

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

TRABAJO FIN DE GRADO



DISEÑO MECÁNICO DE UN SISTEMA DE ELEVACIÓN I

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

Autor: Jónathan García Camacho

Tutor: Juan Carlos García Prada

Leganés, Julio de 2016

ÍNDICE

1. Introducción.....	7
2. Objetivos.....	10
3. Estado del arte.....	11
4. Información general del modelo de ascensor.....	13
5. Características técnicas.....	15
6. Descripción.....	17
6.1. Generalidades.....	17
6.2. Ventajas de la plataforma de elevación.....	18
7. Componentes de la máquina.....	19
7.1. Componentes principales.....	19
7.2. Base.....	20
7.3. Tramos verticales.....	22
7.4. Arriostramientos y anclajes.....	25
7.5. Rejilla de protección del mástil y tejado.....	29
7.6. Grupo motor.....	30
7.6.1. Rodillos guía de deslizamiento	31
7.7. Cesta de la plataforma de elevación.....	32
7.7.1. Trampilla alta abatible.....	33
7.7.2. Puerta de acceso.....	34
7.7.3. Trampilla baja abatible.....	35
7.7.4. Plataforma abatible.....	36
7.8. Cubo recogeable.....	37
7.9. Recinto base.....	38
7.10. Sistema eléctrico.....	40
7.10.1. Conexiones eléctricas y montaje de los paneles eléctricos.....	43
7.11. Panel de control.....	44
7.12. Mando de control remoto.....	45
8. Transporte de la plataforma de elevación.....	48
9. Información acerca de la seguridad y sus dispositivos.....	48

9.1. Criterios sobre la seguridad.....	48
9.2. Cualificación del personal.....	49
9.3. Protecciones.....	49
9.3.1. Protectores fijos y móviles.....	49
9.3.2. Dispositivos pasivos de seguridad.....	50
9.3.3. Dispositivos de bloqueo.....	51
9.3.4. Dispositivos activos de seguridad.....	52
9.3.5. Parada de emergencia.....	52
9.3.6. Soluciones previstas.....	52
9.4. Nivel acústico.....	53
10. Montaje y desmontaje.....	53
10.1. Generalidades y controles preliminares.....	53
10.2. Zonas peligrosas y riesgos residuales durante el montaje y desmontaje....	54
10.3. Prescripciones sobre seguridad.....	55
10.4. Montaje de la base y colocación de los estabilizadores.....	55
10.5. Montaje de los elementos verticales (mástiles).....	57
10.6. Colocación de los arriostres.....	58
10.7. Desmontaje.....	59
11. Uso de la plataforma de elevación.....	60
11.1. Generalidades.....	60
11.2. Descenso manual de emergencia.....	62
11.3. Freno centrífugo de enclavamiento mecánico (paracaídas).....	63
12. Mantenimiento.....	66
12.1. Información acerca de la seguridad.....	66
12.2. Controles preliminares y periódicos.....	66
12.3. Mantenimiento del grupo autofrenante.....	68
12.3.1. Control, regulación y sustitución del freno.....	70
12.3.2. Mantenimiento.....	70
12.4. Reductor de velocidad.....	70
13. Simulación de la base de la plataforma de elevación.....	71
13.1. Método de cálculo.....	71
13.2. Propiedades del material de la base.....	71
13.3. Cargas, conexiones y sujeciones.....	72
13.4. Informe de la malla.....	74

13.5. Resultados del estudio.....	76
13.6. Conclusión sobre los resultados obtenidos.....	80
14. Presupuesto.....	80
15. Conclusiones.....	81
16. Biografía.....	82
17. Anexo de planos.....	83

Índice de tablas

- Tabla 1: Datos de identificación de la plataforma de elevación
- Tabla 2: Plataforma de elevación de cremallera
- Tabla 3: Dispositivos de seguridad
- Tabla 4: Dimensiones de la plataforma de elevación
- Tabla 5: Peso de los componentes
- Tabla 6: Componentes principales de la plataforma de elevación
- Tabla 7: Componentes de la base
- Tabla 8: Elementos de unión
- Tabla 9: Componentes del grupo motor
- Tabla 10: Componentes de la cesta
- Tabla 11: Componentes de la trampilla alta abatible
- Tabla 12: Componentes de la puerta de acceso
- Tabla 13: Componentes de la trampilla baja abatible
- Tabla 14: Componentes de la plataforma abatible
- Tabla 15: Componentes del cubo recogecable
- Tabla 16: Componentes del recinto base
- Tabla 17: Par de apriete
- Tabla 18: Reacciones máximas en servicio
- Tabla 19: Componentes del grupo autofrenante
- Tabla 20: Propiedades del acero S275 JO
- Tabla 21: Fuerzas resultantes
- Tabla 22: Información de la malla
- Tabla 23: Tensión de Von-Mises
- Tabla 24: Desplazamientos resultantes
- Tabla 25: Deformación unitaria equivalente
- Tabla 26: Deformada
- Tabla 27: Presupuesto de la plataforma de elevación

Índice de imágenes

- Imagen 1: Plano de montacargas
- Imagen 2: Ascensor de Otis
- Imagen 3: Alzado del PH7
- Imagen 4: Lateral derecho del PH7
- Imagen 5: lateral izquierdo del PH7
- Imagen 6: Plataforma de elevación
- Imagen 7: Componentes principales de la plataforma de elevación
- Imagen 8: Componentes de la base
- Imagen 9: Tramos verticales
- Imagen 10: Vista en planta del tramo vertical
- Imagen 11: Tetones centradores
- Imagen 12: Componentes del sistema de arriostre
- Imagen 13: Sistema de arriostramiento
- Imagen 14: Distancia entre los arriostramientos
- Imagen 15: Rejilla de protección y tejado
- Imagen 16: Grupo motor
- Imagen 17: Caja de rodillos
- Imagen 18: Rodillos guía en el mástil
- Imagen 19: Componentes de la cesta
- Imagen 20: Trampilla alta abatible
- Imagen 21: Puerta de acceso
- Imagen 22: Trampilla baja abatible
- Imagen 23: Plataforma abatible
- Imagen 24: Cubo recogecable
- Imagen 25: Medidas del recinto base
- Imagen 26: Recinto base
- Imagen 27: Situación del panel eléctrico en la cesta

- Imagen 28: Sistema eléctrico
- Imagen 29: Componentes del sistema eléctrico
- Imagen 30: Panel de control
- Imagen 31: Cableado interior del panel de control I
- Imagen 32: Cableado interior del panel de control II
- Imagen 33: Mando de control remoto
- Imagen 34: Dispositivos finales de carrera
- Imagen 35: Botonera
- Imagen 36: Protecciones a seguir
- Imagen 37: Reacciones máximas de los estabilizadores
- Imagen 38: Reacciones en el arriostre
- Imagen 39: Desbloqueo para descenso manual
- Imagen 40: Freno centrífugo de enclavamiento mecánico (paracaídas)
- Imagen 41: Componentes principales del paracaídas
- Imagen 42: Giro del piñón del paracaídas
- Imagen 43: Montaje del paracaídas
- Imagen 44: Componentes del grupo autofrenante
- Imagen 45: Carga de gravedad
- Imagen 46: Conexiones de la base
- Imagen 47: Sujeciones de la base
- Imagen 48: Mallado de la base
- Imagen 49: Plano del mástil
- Imagen 50: Plano de la base
- Imagen 51: Plano del recinto base
- Imagen 52: Plano de la cesta
- Imagen 53: Plano del grupo motor

1. Introducción

Con el paso del tiempo, las personas se han ido dando cuenta de lo necesario que es disponer de algún sistema o aparato con el que poder transportar cargas o personas de forma vertical.

Los primeros indicios de ascensores rudimentarios se remontan a 300 años a.C., donde estos operaban a través de la fuerza humana, de animales o mediante mecanismos de agua.

En el antiguo Egipto, a la hora de llevar a cabo la construcción de las pirámides, utilizaban diversos sistemas de cuerdas y rampas para poder mover los grandes bloques de piedra a las daban forma. Por el año 1500 a.C., las aguas del río Nilo eran elevadas en baldes y volcadas en el interior de los canales de riego mediante un brazo contrapesado sobre un pivote. Los chinos mejoraron el sistema mediante la utilización de recipientes colocados sobre una cuerda sinfín girada por un molinete que funcionaba a mano o a pedal.

El primer ascensor (elevador) fue desarrollado en el año 236 a.C. por Arquímedes, que funcionaba mediante unas cuerdas y poleas.

Cuando el emperador Tito construyó el Coliseo Romano en el año 80 de nuestra era, empleó grandes montacargas para poder subir a los gladiadores y a las fieras al nivel de la pista.

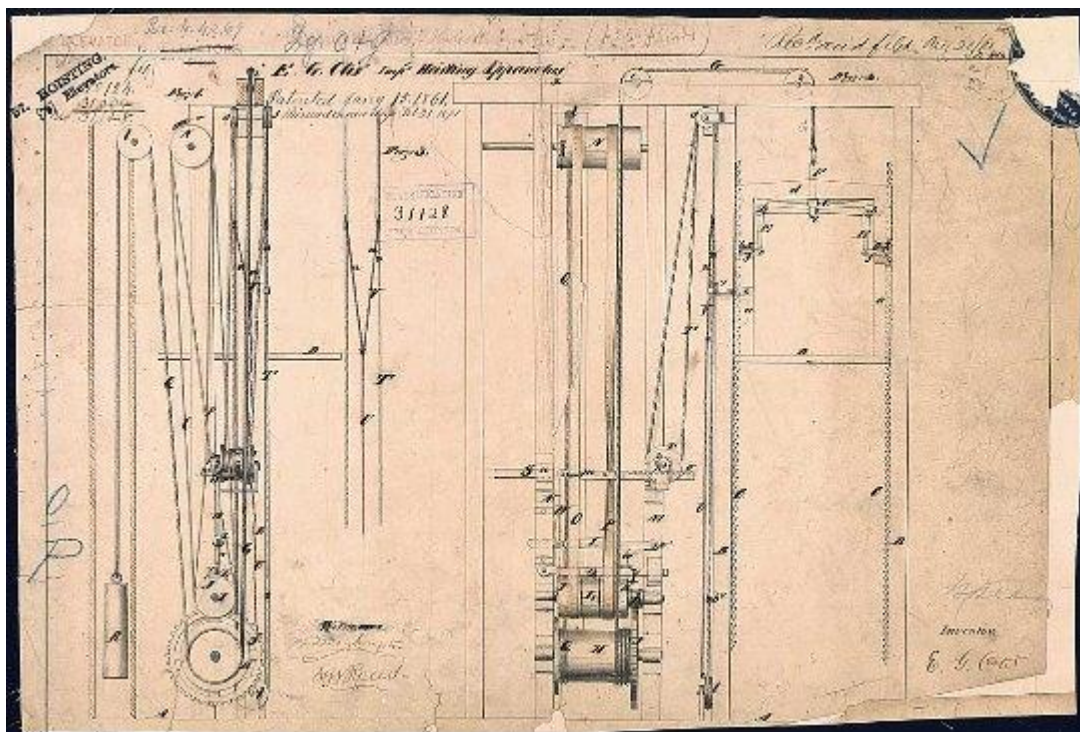


Imagen 1: Plano de montacargas

Para acceder al Monasterio de San Barlaam, en Grecia, construido sobre unas altas cumbres, se emplearon montacargas para el uso de personas y suministros, donde la fuerza motriz era proporcionada por los hombres.

En el año 1203, en una abadía situada en la costa francesa, se usaba la cuerda escalonada tirada por un burro.

A pesar de que las grúas y ascensores primitivos, accionados con energía humana y animal o con norias de agua, estaban ya en uso en el siglo III a.C., el ascensor moderno es en gran parte un producto del siglo XIX. Hacia el año 1800, cuando James Watt inventó la máquina de vapor, se dio nacimiento a la utilización de otro tipo de energía, lo que provocó el comienzo de la revolución industrial.

El ascensor tan como lo conocemos hoy en día, tuvo sus comienzos durante los años 1800, siendo propulsados por vapor dentro de cilindros que elevaban la cabina. A la hora de bajar, simplemente se abría una válvula y mediante la acción de la gravedad la cabina descendía.

A principios de 1900, aparecieron los cables de acero en la tracción de un ascensor, en mecanismos con poleas de desvío y contrapeso.

En 1853, Elisha Graves Otis participó en una exposición en el New York Crystal Palace mostrando un ascensor con “freno de emergencia”, que evitaba la caída de la cabina en caso de romperse los amarres que la mantenían en posición, marcando un hito en la historia del ascensor.



Imagen 2: Ascensor de Otis

En 1857, el primer ascensor de pasajeros Otis entró en operación en un almacén de la ciudad de Nueva York y diez años más tarde los hijos de Elisha fundaron Otis Brothers and Company en Yonkers, Nueva York, para empezar la producción masiva de ascensores.

En 1867, se reconoció la facilidad de manejo del ascensor de accionamiento hidráulico cuando Leon Edoux mostró uno con dichas características en la Exposición de París. Con una velocidad máxima de 150 m/min, los ascensores de accionamiento hidráulico comenzaron a aparecer en 1878, extendiéndose su uso por Europa y Estados Unidos.

En la exposición de Mannheim de 1880, cuando el mundo industrializado adoptaba la energía eléctrica, la empresa alemana Siemens expuso un ascensor que era accionado mediante electricidad. Se aplicaron tornillos sin fin para reducir la velocidad de rotación de un motor de corriente continua, y también piñones y bastidores verticales para controlar la velocidad modificando la resistencia secuencial en el armazón.

Se cree que la primera persona que empleó un motor de corriente continua en un ascensor fue Wegster en 1884 en Estados Unidos. En 1889, Norton Otis, hijo del pionero Elisha, llevó a cabo un ascensor eléctrico y lo instaló en el edificio Demarest Carriage en la Quinta Avenida de Nueva York. Dicho ascensor transportaba una carga de 675 kg para pasajeros y 1125 kg para carga, y alcanzaba una velocidad máxima de 30 m/min a lo largo de un recorrido vertical de 21m.

Los ascensores hidráulicos accionados con combustible se instalaron en la Torre Eiffel, el símbolo de la exposición de París de 1889, y constituyeron una espectacular demostración de la factibilidad de este tipo de maquinaria. En la década de 1900, se introdujo el motor de inducción para corriente alterna, que contribuyó a acelerar el avance hacia el accionamiento eléctrico. En 1903, aparecieron en Estados Unidos los modelos de ascensores con corriente de tracción. Con este método, la cabina estaba conectada a un contrapeso a través de un cable y una polea empleando corriente de tracción. Ya que sólo se necesitaba un pequeño motor eléctrico para desplazar la cabina por una distancia vertical mucho mayor, fue posible elevar las cabinas en edificios de gran altura con docenas de pisos.

Posteriormente, la adopción del método Ward-Leonard se convirtió en un extraordinario avance en la evolución de la tecnología de los ascensores. La empresa Otis Elevator lo presentó en el mercado como un sistema multivoltaje, mientras que Westinghouse lo comercializaba como un sistema de voltaje variable. Mediante esto, un sistema de corriente continua de precisión, que usaba un dispositivo de nivelación de cabina automático, mejoró la calidad del desplazamiento y la detención en hall en cada piso.

En 1922, Westinghouse instaló un ascensor sin engranajes en el Physical Education Building de Chicago. En el mismo año, en el edificio Rockefeller de Nueva York, instaló los ascensores más rápidos de la época con dispositivo de detención en hall automática, que llegaban a alcanzar una velocidad de 420 m/min. Poco tiempo después, la empresa Otis Elevator instalaría los 58 ascensores del edificio Empire State en Manhattan destinado a prestar servicio a los miles de usuarios diarios de la colosal estructura.

Desde la segunda mitad del siglo XX y hasta ahora, todo han sido mejoras: mayor suavidad, mayor precisión, mayor alcance de alturas, mayor velocidad, protectores

electrónicos, microprocesadores integrados, ahorro de energía, instalaciones sin cuarto de máquinas, células de control de paso de personas y mercancías, control remoto, ascensores a medida, preselección de destino, etc.

2. Objetivos

El objetivo principal de este proyecto es el diseño y la realización de una plataforma de elevación destinada al uso en obras, la cual transporta cargas, personas o ambas y funciona mediante un mecanismo de piñón-cremallera. Para llevarlo a cabo se tendrán en cuenta las normativas vigentes para este tipo de ascensores que regularán su puesta en uso.

Los requerimientos de diseño de la plataforma de elevación impuestos son los siguientes:

- Una capacidad de carga máxima de 1200 kg.
- Una velocidad de desplazamiento máxima de aproximadamente 12 m/min.
- Una altura de instalación máxima de 102 m.

A la hora de llevar a cabo el diseño y la construcción de la plataforma de elevación, se pueden describir una serie de sub-objetivos, que son los siguientes:

- 1) Mostrar los requisitos que imponen las normas UNE-EN a la hora de diseñar y construir una plataforma de elevación de obra, ya que estos son de obligado cumplimiento para su regulación y puesta en uso.
- 2) Descripción de cada una de las partes principales de la plataforma de elevación, detallando todas sus características más importantes y sus funciones.
- 3) Realización del diseño virtual de la plataforma de elevación de obra mediante un sistema de piñón-cremallera, utilizando el software *SolidWorks*.
- 4) Cálculo mediante el método de los elementos finitos del mástil de la plataforma de elevación, mediante las herramientas de simulación del programa *SolidWorks*.
- 5) Descripción del método de montaje y desmontaje de la plataforma de elevación para un correcto funcionamiento durante su estancia en la obra, evitando así los problemas y peligros que conllevaría un mal montaje o desmontaje de la misma.
- 6) Realización de un presupuesto de la plataforma de elevación, detallando el coste de cada una de las partes principales. Con esto daremos a conocer las cifras en las que se mueve el mercado de este tipo de máquinas.
- 7) Planteamiento de las conclusiones obtenidas en el diseño y construcción de la plataforma de elevación.

A la hora de llevar a cabo el diseño y la realización de la plataforma de elevación, se intentará hacerlo de la forma más económica posible, estudiando los distintos materiales del mercado y consultando a los proveedores. De esta forma se pretende ahorrar lo máximo posible, sin que esto afecte a la seguridad de la plataforma de elevación.

3. Estado del arte

En la sociedad actual siempre se está en una constante búsqueda por mejorar distintos parámetros como la exigencia, la fiabilidad, el consumo... El mundo de los sistemas de elevación no es una excepción a lo mencionado anteriormente, por lo que se van alcanzando distintas mejoras en sus ámbitos.

Hasta el año 1993, la UE era la zona con más producción de ascensores, estando por encima de Estados Unidos y Japón. Posteriormente, las grandes multinacionales del sector en Europa trasladaron la mayoría de la producción a países del Pacífico como China, India y demás. También, una gran parte de la producción se está llevando a cabo en países del este de Europa, que son aquellos que se han incorporado recientemente a la UE o que están pendientes de hacerlo.

El Sector de la Elevación en Europa presenta unas cifras de unos cuatro millones de ascensores instalados, con un crecimiento de unos 120000 ascensores nuevos al año. Europa se sitúa en el primer lugar del mundo en cuanto a unidades instaladas y en el crecimiento anual, lo que hace que sea el mayor mercado mundial. Este sector se encuentra dominado por cuatro grandes empresas, que son Kone, Otis, Schindler y Thyssenkrup, de las cuales tres son europeas.

En España, el Sector de la Elevación posee alrededor de 25000 trabajadores, lo que la hace líder en número de trabajadores según los datos de la *European Lift Association*, y un parque de ascensores con 680873 unidades instaladas, representando el 17% del total en Europa.

El mercado de ascensores en España es un sector que se encuentra en positivo, ya que cada año se incrementa el número de pedidos de ascensores nuevos, dato que va muy relacionado con el gran volumen de mercado que existe en las viviendas de obra nueva, siendo España el país de la UE con mayor número de pedidos de obra nueva (23834, 21.3% en 2004).

Otro dato a tener en cuenta es que, en la actualidad, el ascensor es el medio de transporte más utilizado en España, con una media de 650000 aparatos en servicio y 150 millones de personas transportadas cada día.

Los ascensores son considerados como el medio de transporte más seguro utilizado por las personas. En Europa, durante el año 2004, fallecieron 87818 personas en accidentes de tráfico, 644 en accidentes de aviación y 19 en ascensores y escaleras mecánicas, aunque hay que tener en cuenta que los ascensores no tienen los mismos riesgos que los vehículos o los aviones.

El ascensor ha dado un impulso muy importante a las ciudades, ayudándolas en su desarrollo y modernización. El ascensor suele tener una vida útil de unos 30 años, que se puede alargar considerablemente si se lleva a cabo un buen mantenimiento de forma regular.

El desarrollo tecnológico del Sector de la Elevación está avanzando mucho, pudiendo destacar varias tendencias:

- Reducción del impacto ambiental: Con ello se pretende promover un uso eficiente de la energía y de los recursos naturales en su proceso de producción (producción de residuos, consumo energético...), en su diseño (utilización de residuos y subproductos, consumo y peligrosidad de materias primas...), en la manipulación (transporte...) y en su uso y mantenimiento.
- Actualmente se está desarrollando la normativa internacional ISO para la clasificación energética de los ascensores. Esto provocará que los fabricantes hagan un esfuerzo adicional para optimizar sus productos a un marco normativo que controlará tanto el consumo del ascensor como de sus componentes.
- Las principales necesidades tecnológicas del sector se están orientando al uso de tecnologías de la información y las comunicaciones en aplicaciones para el sector, a la introducción de sistemas electrónicos en los elementos de seguridad que conllevará nuevas capacidades de desarrollo y homologación, y a las tecnologías eléctricas y electrónicas relacionadas con sistemas de tracción de imanes permanentes y control.

El comercio exterior de este sector es muy homogéneo en comparación con los otros miembros de la UE, debido a que las ventas realizadas a países comunitarios absorben el 51% de las exportaciones sectoriales, a la vez que el 73.1% de las importaciones españolas de aparatos de elevación son procedentes de la UE.

En los últimos años ha ido apareciendo una fuerte competencia por parte de países con bajos costes laborales como India, Bulgaria... Además, se ha detectado un incremento en el número de fabricantes foráneos que operan en el mercado español, lo que traerá consigo un menor protagonismo a las empresas nacionales el dicho mercado.

En el mercado de los sistemas de elevación, están apareciendo nuevas actividades y posibilidades, aparte de las aplicaciones de tecnologías más modernas y eficientes que obligan a rediseñar y adaptar numerosos componentes dentro del ámbito de la elevación. También, debido al aumento de la competencia entre las diferentes empresas del sector de la elevación, se hace necesario abaratar los costes en su mayor medida.

Debido a las necesidades en cuanto a la accesibilidad a determinadas zonas para las personas, han surgido nuevos modelos de ascensores inclinados. Estos ascensores

inclinados resultan especialmente atractivos para zonas donde es imposible acceder mediante otro sistema de transporte y demás, como por ejemplo las estaciones de metro o tren, diversas construcciones situadas en laderas...

Con todo lo mencionado anteriormente, se quiere hacer ver la importancia que tienen los sistemas elevadores en la vida cotidiana. Mediante los ascensores podemos salvar grandes obstáculos y no solo en tramos verticales, sino que modificando diversos parámetros o componentes podemos variar la trayectoria que este tenga que describir en su recorrido.

4. Información general del modelo de ascensor

Este modelo de ascensor de obra consiste en una plataforma de transporte para la elevación de la carga y personal de obra, en la configuración que se mostrará más adelante.

Los datos de identificación de esta plataforma de transporte son:

Normativa de referencia	UNE-EN 1495, UNE-EN 12158-1 y UNE-EN 12158-2
Tipo de plataforma de transporte	Plataforma de elevación mediante una cremallera sobre mástil.
Modelo	Saeclimber PH-7
País de producción	España
Año de producción	2016
Nº de serie de la máquina	Indicado en el grupo motor

Tabla 1: Datos de identificación de la plataforma de elevación

A continuación, se muestran una serie de imágenes donde se puede observar exactamente el modelo real de plataforma de elevación que se va a llevar a cabo en este proyecto, aparte de cada una de las partes que la componen, las cuales se desarrollarán más detenidamente en apartados sucesivos.



Imagen 3: Alzado del PH7



Imagen 4: Lateral derecho del PH7



Imagen 5: Lateral izquierdo del PH7

5. Características técnicas

A continuación, se exponen una serie de tablas que contienen todas las características técnicas de la plataforma de elevación, tales como los componentes de los que dispone, sus dimensiones...

PLATAFORMA DE ELEVACIÓN DE CREMALLERA SAECLIMBER PH-7	
Altura máxima	102 m
Distancia máxima alcanzable sin anclajes	6 m
Capacidad máxima total	1200 kg
Longitud máxima del plano de carga	2,000 m
Anchura del plano de carga	1,190 m
Velocidad de elevación	12 m/min

Velocidad máxima admisible del viento en servicio con anclajes	72 Km/h
Velocidad máxima del viento durante montaje/desmontaje	45 Km/h
Alimentación	400V —50Hz
Anclaje a la pared con arriostramientos cada:	6 m
Nivel acústico máximo producido L_{eq}:	60 dB(A)

Tabla 2: Plataforma de elevación de cremallera

Engranajes y Reductor	SI
Motor eléctrico autofrenante	SI
Cuadro eléctrico de baja tensión (24V)	SI
Finales de carrera eléctricos de subida-bajada	SI
Fin de carrera de parada en planta	SI
Fin de carrera de la puerta abatible	SI
Fin de carrera anticolidión	SI
Fin de carrera antidescarrilamiento	SI
Freno centrífugo de enclavamiento mecánico (paracaídas) sobre el grupo motor	SI

Tabla 3: Dispositivos de seguridad

	Altura (m)	Longitud (m)	Anchura (m)
Dimensión interna de la cesta	1,100	1,900	1,110
Dimensiones exteriores	1,425	2,000	1,190

Tabla 4: Dimensiones de la plataforma de elevación

Componentes	Peso (Kg)
Base y 1 ^{er} elemento vertical	293
Base	209
Brazo con estabilizadores de apoyo	37
Cesta completa	400
Grupo motor completo	196
Motorreductor eléctrico con freno de cc	94
Freno paracaídas de enclavamiento	38
Tramo vertical	50,4
Cesto de recoge cable	25
Rejilla de protección mástil	10,2
Cuadro eléctrico con bastidor	41
Brazos de arriostre	3,5
Soporte de arriostre	14,8
Abrazadera ortogonal	1,5

Tabla 5: Peso de los componentes

6. Descripción

6.1. Generalidades

La plataforma de elevación consiste en una máquina que, mediante un sistema de acoplamiento piñón-cremallera, a su vez accionado mediante un motorreductor, permite el movimiento rápido de ascenso y descenso de un plano de trabajo hasta una altura máxima de 102 metros, transportando una carga máxima de 1200 kg, entre personas y demás objetos que se quieran transportar.

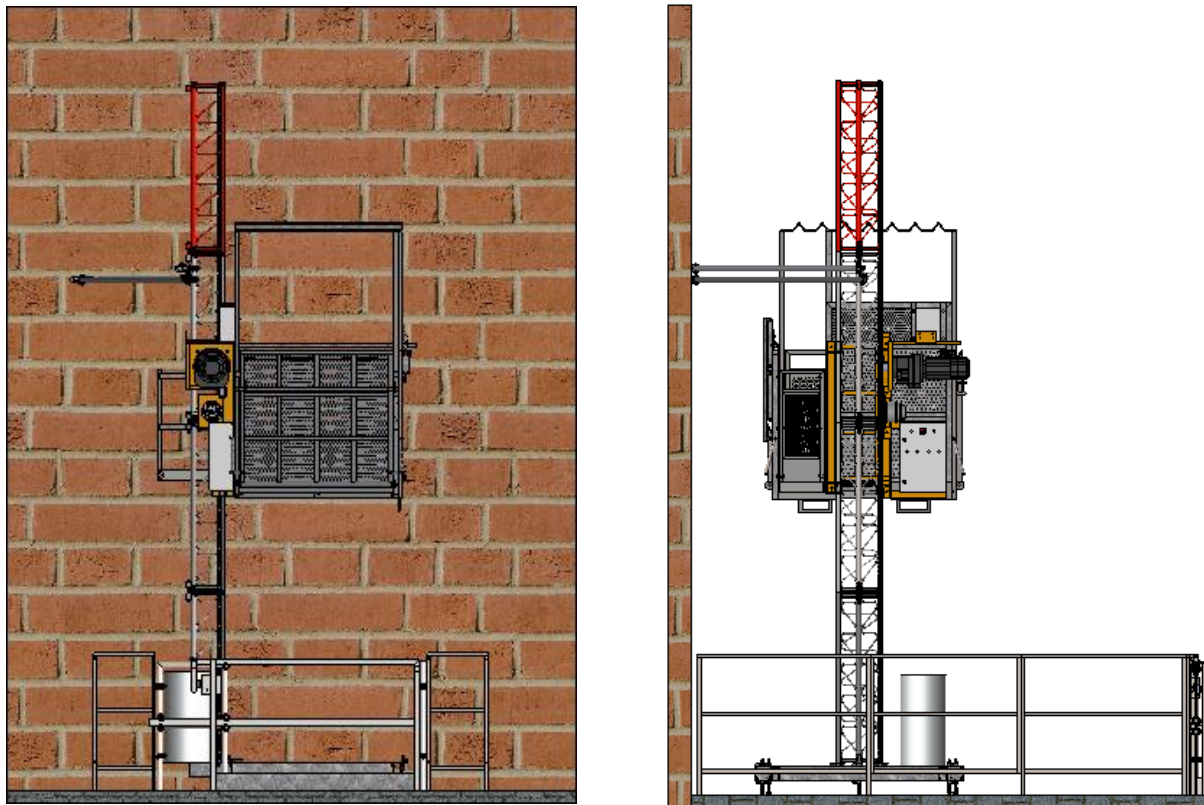


Imagen 6: Plataforma de elevación

6.2. Ventajas de la plataforma de elevación

Entre las numerosas ventajas que nos ofrece la máquina, se pueden destacar las más relevantes, que son las siguientes:

- a) Permite alcanzar cualquier altura dentro de su intervalo de acción, no siendo necesario adaptarse a la altura modular de los andamios convencionales. Puede situarse incluso a alturas intermedias de módulos.
- b) Permite su instalación sobre todo tipo de edificaciones.
- c) Aumenta la productividad por dos motivos, a saber, primero por la reducción de tiempos de ascenso y descenso; y segundo, empleo de un menor número de operarios.
- d) Permite disminuir la fatiga física de los operarios.
- e) Ofrece una mayor seguridad ya que está dotado de todas las protecciones

necesarias con el fin de salvaguardar la integridad, tanto de las personas como de los materiales.

f) Fácil manejo y mantenimiento.

7. Componentes de la máquina

7.1. Componentes principales

En la imagen 7 se muestran numerados los componentes principales de la plataforma de elevación mediante una vista del conjunto.

La plataforma de elevación básicamente se compone del grupo motor, la cesta donde se transportan los materiales y las personas, la base con los respectivos estabilizadores, los tramos verticales o mástiles, todo lo correspondiente al sistema eléctrico, el recinto base que rodea a la plataforma de elevación, el tejado encargado de aportar protección al usuario... aparte de otros componentes más secundarios que también serán mencionados más adelante.

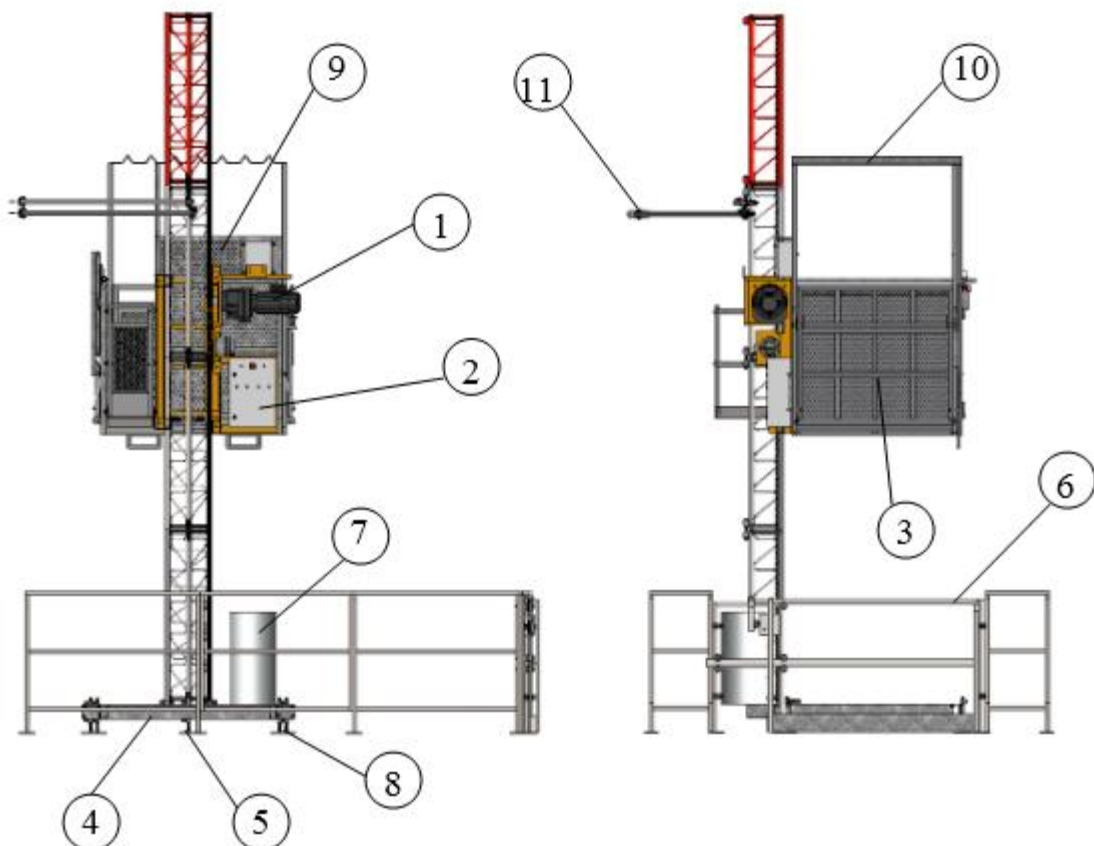


Imagen 7: Componentes principales de la plataforma de elevación

Elemento	Descripción
1	Grupo motor
2	Cuadro eléctrico y botonera
3	Cesta
4	Base motor
5	Husillo central
6	Recinto base
7	Cesta recogeable
8	Gato estabilizador
9	Rejilla protección del mástil
10	Tejado protector de cascotes
11	Arriostre

Tabla 6: Componentes principales de la plataforma de elevación

7.2. Base

La base de la plataforma de elevación está constituida por un chasis de perfiles de acero de sección 120x60x4mm. Su finalidad consiste en sostener y estabilizar en tierra todo el peso de la máquina.

En la base, queda posicionado el tramo vertical de inicio sobre el que pondrán el resto de mástiles que sean necesarios. Para estabilizar y nivelar la plataforma de elevación, se dispone de cinco pies estabilizadores roscados (husillos), que se pueden ajustar para controlar el desnivel del terreno.

En cuanto a los husillos, cuatro de ellos están situados en los extremos de la base, y tienen la misión de garantizar la verticalidad y la estabilidad del mástil. El quinto husillo, que se encuentra en la parte central de la base, tiene la función de eliminar las oscilaciones producidas por el motor.

Aparte la base tiene dos tacos de goma sobre los que descansa la base en su posición más baja. También hacen la función de amortiguador, absorbiendo las posibles vibraciones al golpear la base en la bajada.

La base también posee tres tetones centradores que van soldados a la misma, con lo que se asegura el correcto posicionamiento del mástil que va sobre ella.

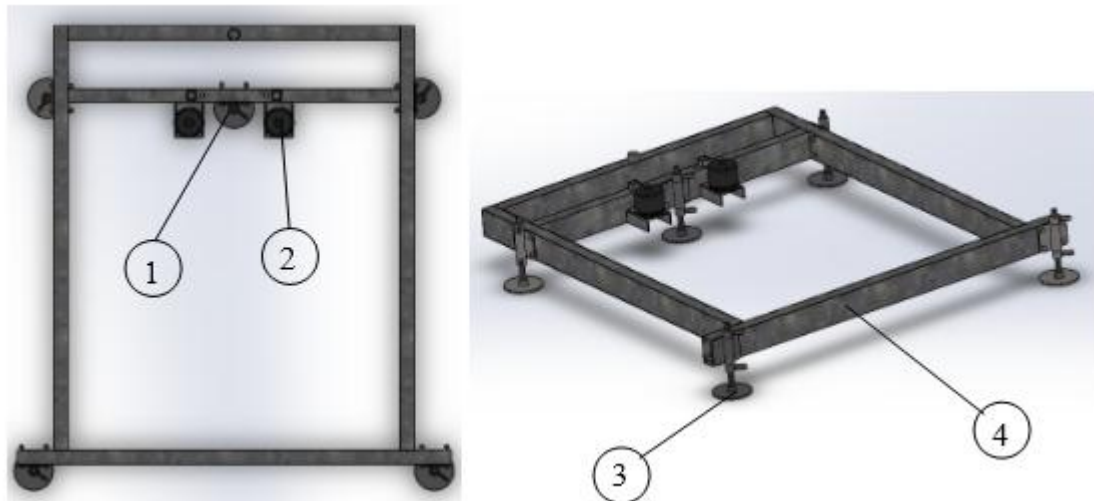


Imagen 8: Componentes de la base

Elemento	Descripción
1	Estabilizador central
2	Taco de goma
3	Estabilizador base
4	Base motor

Tabla 7: Componentes de la base

7.3. Tramos verticales

Los tramos verticales o mástiles, se encuentran constituidos por elementos modulares construidos en celosía, superpuestos y unidos cada uno de ellos con el siguiente mediante tres tornillos M16 x 170 mm.

Se ponen tantos mástiles como sea necesario, hasta alcanzar la altura deseada por el operario, siempre respetando la altura máxima que puede tener la máquina.

En el mástil se encuentra el tramo de cremallera sobre el que deslizan los engranajes del grupo motor. En su interior está compuesto por tres serpentines encargados de aportar firmeza y seguridad al mástil.

El modelo de mástil que es utilizado en este tipo de plataforma de elevación es el siguiente:

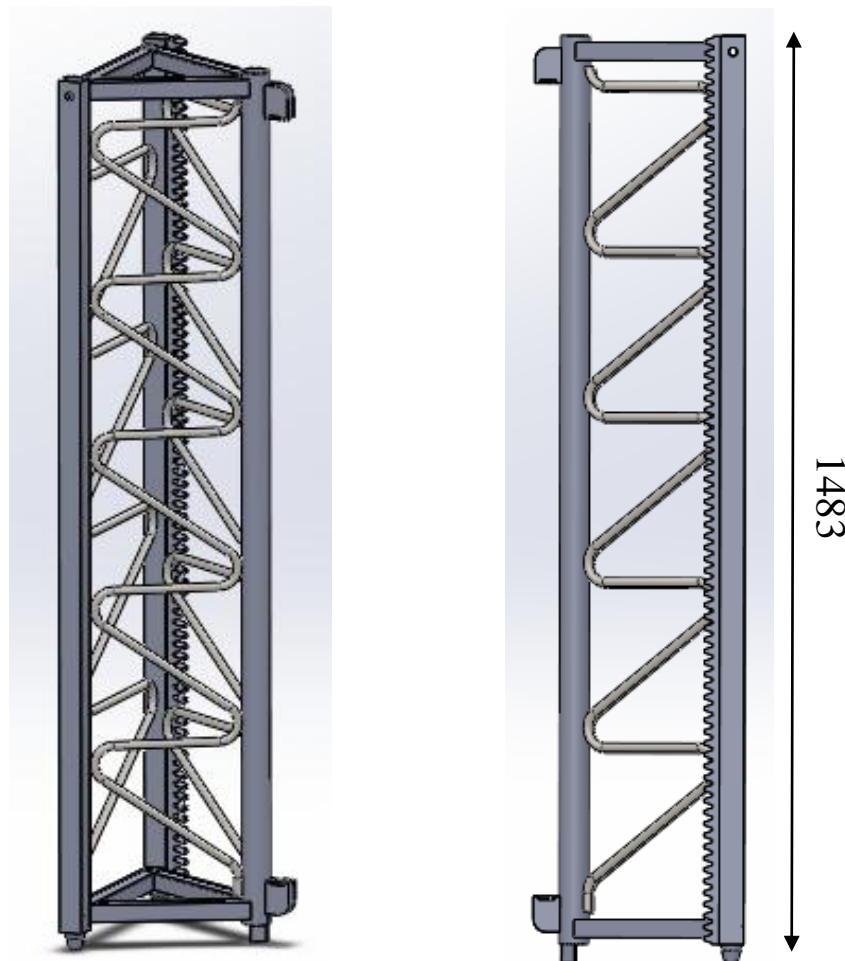


Imagen 9: Tramos verticales

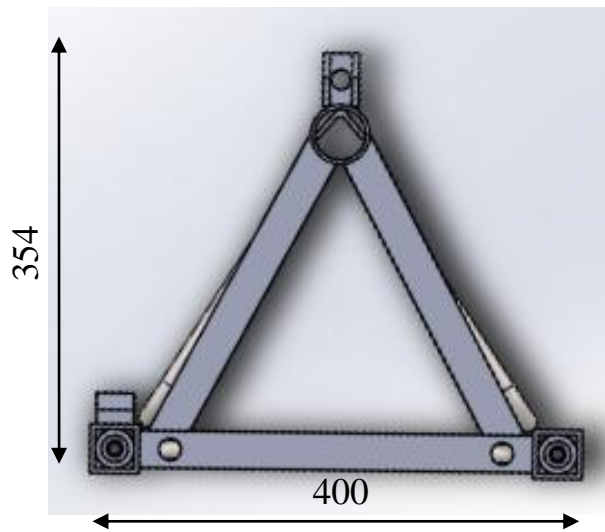


Imagen 10: Vista en planta del tramo vertical

En los mástiles se encuentra situada la cremallera, que a continuación se va a proceder a su definición.

Según se indica en la norma UNE-EN 12159, en el apartado “5.7.3.1.3 Módulos”, el módulo de los dientes del piñón y la cremallera no debe ser menos que:

- Cuatro (4) para sistemas de accionamiento donde el contra-rodillo, u otro medio de control de engrane, reacciona directamente en la cremallera, sin interposición de cualquier otro perfil de mástil.
- Seis (6) cuando la reacción del contra-rodillo, u otro medio de control del engrane, es por medio de otro elemento del mástil que está entonces en contacto inmediato con la cremallera.

En el sector de la elevación de este tipo de máquinas por piñón-cremallera, normalmente se suelen utilizar módulos de valor 6mm en los mástiles triangulares, para máquinas que se desplazan a baja velocidad y cuya capacidad de carga no es muy alta. Para nuestra plataforma de elevación, teniendo en cuenta su velocidad de desplazamiento y su capacidad de carga que se requiere, he decidido utilizar un módulo de 8mm ya que se trata de un sistema robusto y simple. Además, el sistema de accionamiento posee un contrarrodillo que se pone en contacto directamente con la cremallera.

Para llevar a cabo la construcción de las cremalleras, los distintos fabricantes parten inicialmente de barras de 6m de longitud. El paso que tengan los dientes de la cremallera, marcará el número de dientes total que tenga la cremallera para una determinada longitud, lo que a su vez delimita la longitud final del tramo vertical.

Con el fin de poder economizar todo lo posible el precio de las cremalleras, resulta conveniente desperdiciar el menos material posible. Para ello se fabrican mástiles en torno a 1.5 metros, ya que así de cada 6m de material sacas 4 cremalleras y apenas

desperdicias material. A su vez, la longitud del tramo vertical no conviene que sea demasiado grande, para así facilitar su montaje, transporte o almacenaje posterior.

Para saber el número de dientes necesario en la cremallera, se emplea la siguiente ecuación:

$$m = \frac{D_p}{Z} \rightarrow Z = \frac{D_p}{m} = \frac{477.46}{8} = 59.68 \text{ dientes} \sim 59 \text{ dientes}$$

Donde m es el módulo (mm), D_p es el diámetro primitivo (mm) y Z es el número de dientes.

Para calcular el diámetro primitivo de la cremallera se hace de la siguiente manera:

$$L_{\text{cremallera}} = D_p \cdot \pi \rightarrow D_p = \frac{L_{\text{cremallera}}}{\pi} = \frac{1500}{\pi} = 477.46 \text{ mm}$$

Una vez que sabemos el número de dientes, podemos calcular la longitud real de la cremallera de la siguiente manera:

$$m = \frac{D_p}{Z} = \frac{L_{\text{cremallera}}}{\pi \cdot Z} \rightarrow L_{\text{cremallera}} = m \cdot \pi \cdot Z = 8 \cdot \pi \cdot 59 = 1482.83 \text{ mm}$$

La cremallera tiene 30mm de ancho y 1483 mm de longitud, con lo que se consigue un montaje correcto de todos los tramos verticales asegurando una correcta unión de las cremalleras.

El piñón del motorreductor tiene que estar hecho de un material que tenga, como mínimo, la misma dureza que la cremallera del mástil y no al contrario, con el fin de proporcionar mayor seguridad.

Los mástiles poseen en sus extremos unos tetones centradores que van soldados a los tubos verticales. Estos tetones tienen la función de facilitar el montaje de los mástiles y evitar posibles discontinuidades en las uniones dificultando la rodadura de los rodillos.

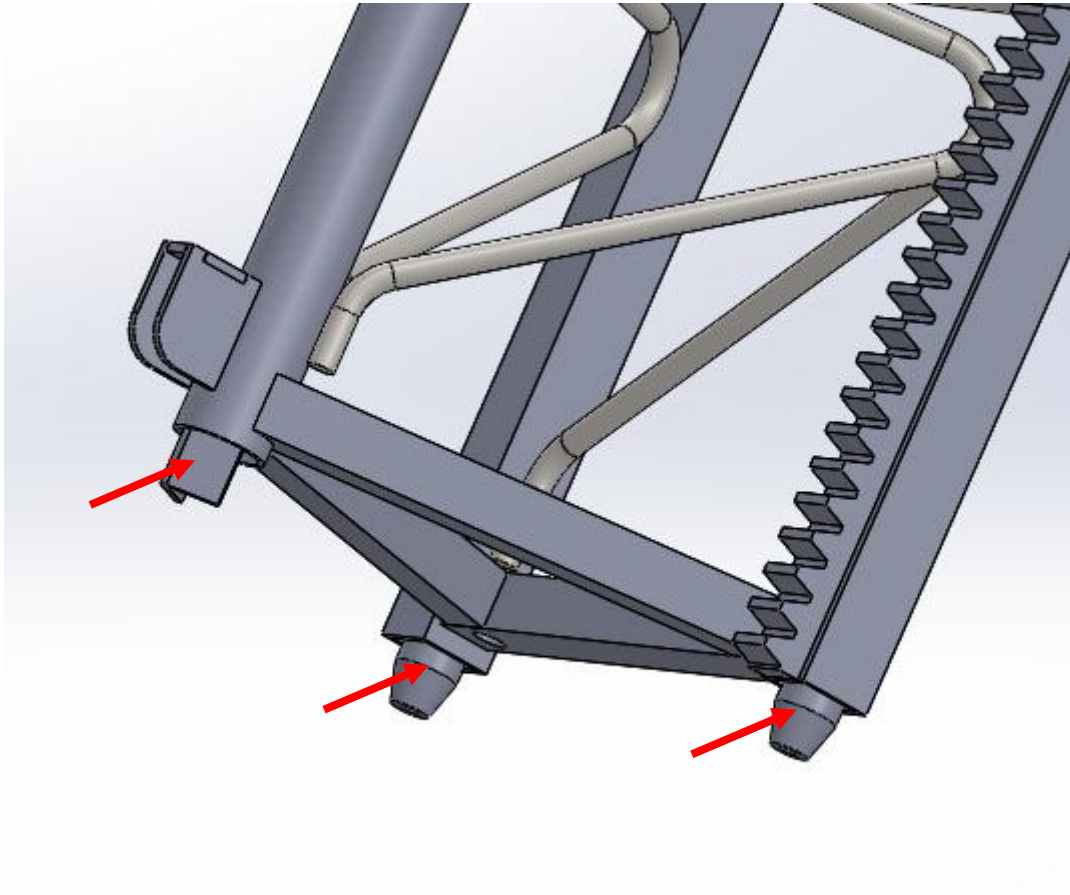


Imagen 11: Tetones centradores

7.4. Arriostramientos y anclajes

El mástil vertical debe estar sujeto a la pared mediante unos arriostramientos colocados como máximo cada 6 metros. Estos arriostramientos consisten en unos brazos de anclaje sujetos, mediante una unión desmontable por tornillos, a la fachada del edificio con unos tacos de expansión empotrados a la misma. Estos anclajes o arriostramientos descritos aseguran correctamente el mástil a la fachada, evitando posibles oscilaciones de éste.

La conexión entre los brazos de anclaje al muro y el tramo vertical se realiza a través de unos soportes de fijación, abrazaderas ortogonales y pernos.

Dado el amplio campo de aplicación que se puede presentar en cada una de las obras para las que se utilice la plataforma de elevación, los arriostramientos se construyen a la medida que sea necesaria en cada momento.

A continuación, se muestra una imagen donde indicamos cada uno de los elementos presentes en el arriostramiento de la plataforma de elevación:

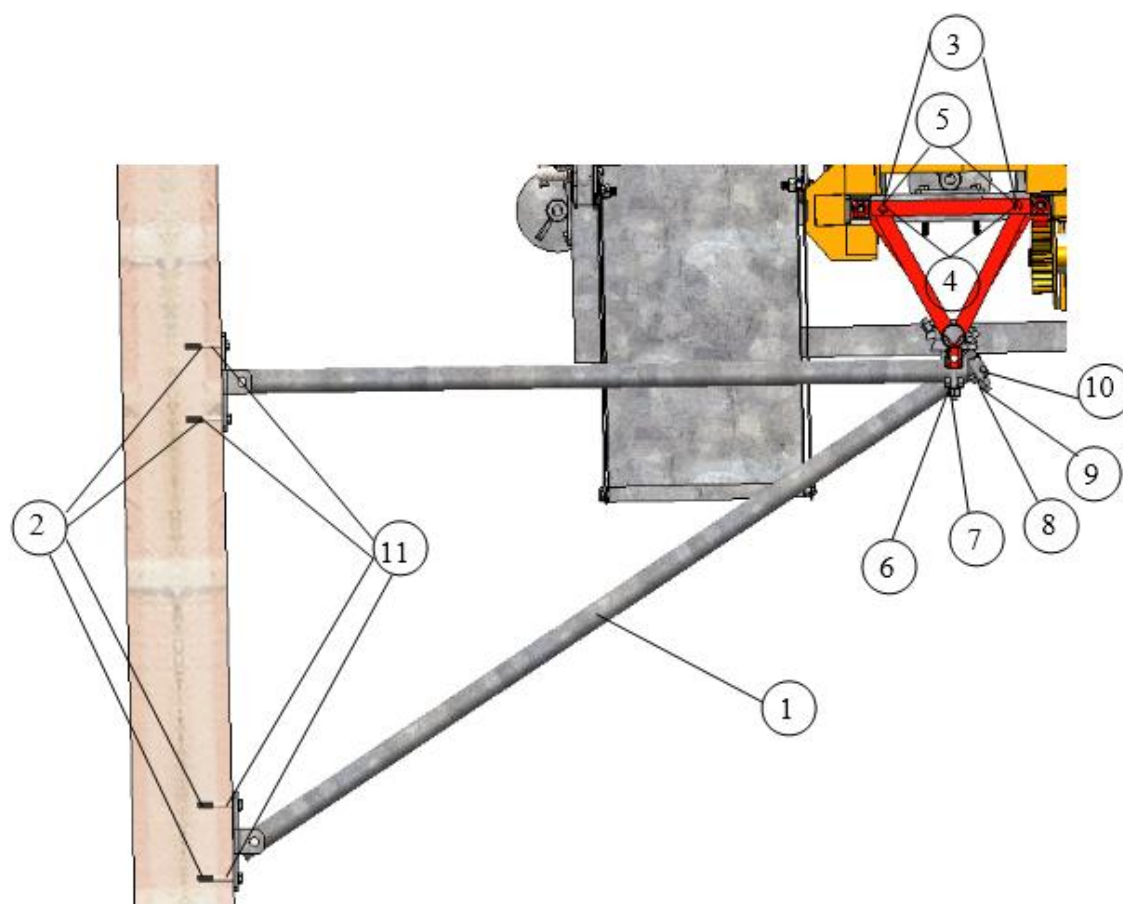


Imagen 12: Componentes del sistema de arriastre

Elemento	Descripción
1	Brazo de arriastre
2	Tornillo para taco M12 Ø15
3	Tornillo DIN 931 M16x110 mm
4	Arandela Grower M16
5	Tuerca DIN 985 M16
6	Tornillo DIN 444b M16x150 mm
7	Arandela DIN 125 M16
8	Tornillo DIN 931 M14x50 mm

9	Tuerca DIN 985 M14
10	Abrazadera ortogonal Ø48 mm
11	Taco de expansión Ø15 o Ø22

Tabla 8: Elementos de unión

El sistema de arriostramiento es una de las partes más importantes de la plataforma de elevación, ya que aporta una gran seguridad a la máquina al no permitir el movimiento de los mástiles ante posibles rachas de viento u otras condiciones medioambientales.

Una vez que tenemos montado todo el sistema de arriostramiento, es de vital importancia comprobar que éste no interfiera con ninguna parte de la plataforma de elevación ni con ningún otro elemento que esté cerca de misma.

En la siguiente imagen se muestra la posición en la que debe ser colocado el sistema de arriostramiento en la plataforma de elevación:

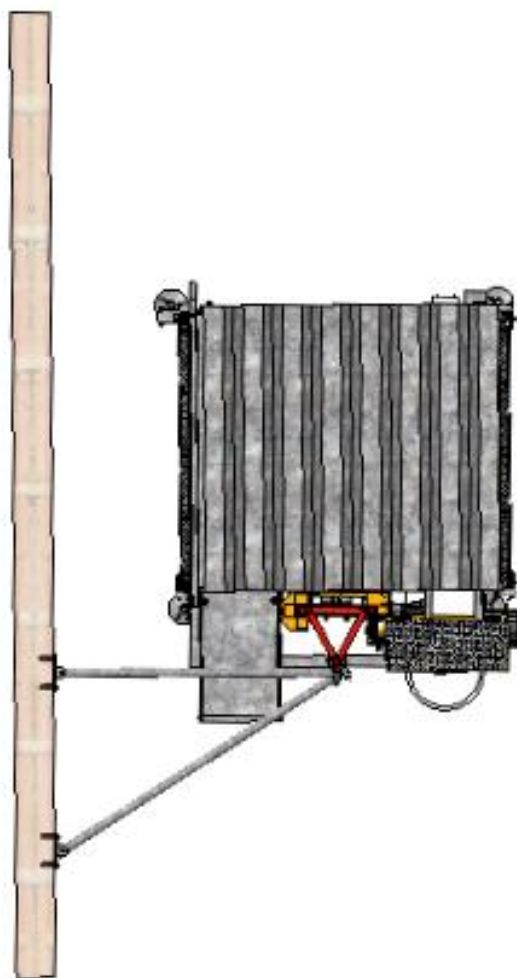


Imagen 13: Sistema de arriostramiento

La distancia mínima de la plataforma de elevación respecto a la pared ha de ser de 25 centímetros, ya que hay que guardar un cierto margen de seguridad ante posibles imperfecciones de la fachada.

A continuación, se muestra una figura esquemática donde se observan las distancias máximas que deben mantenerse entre los sistemas de arriostreamiento dependiendo de la altura a la que se haya colocado la plataforma de elevación:

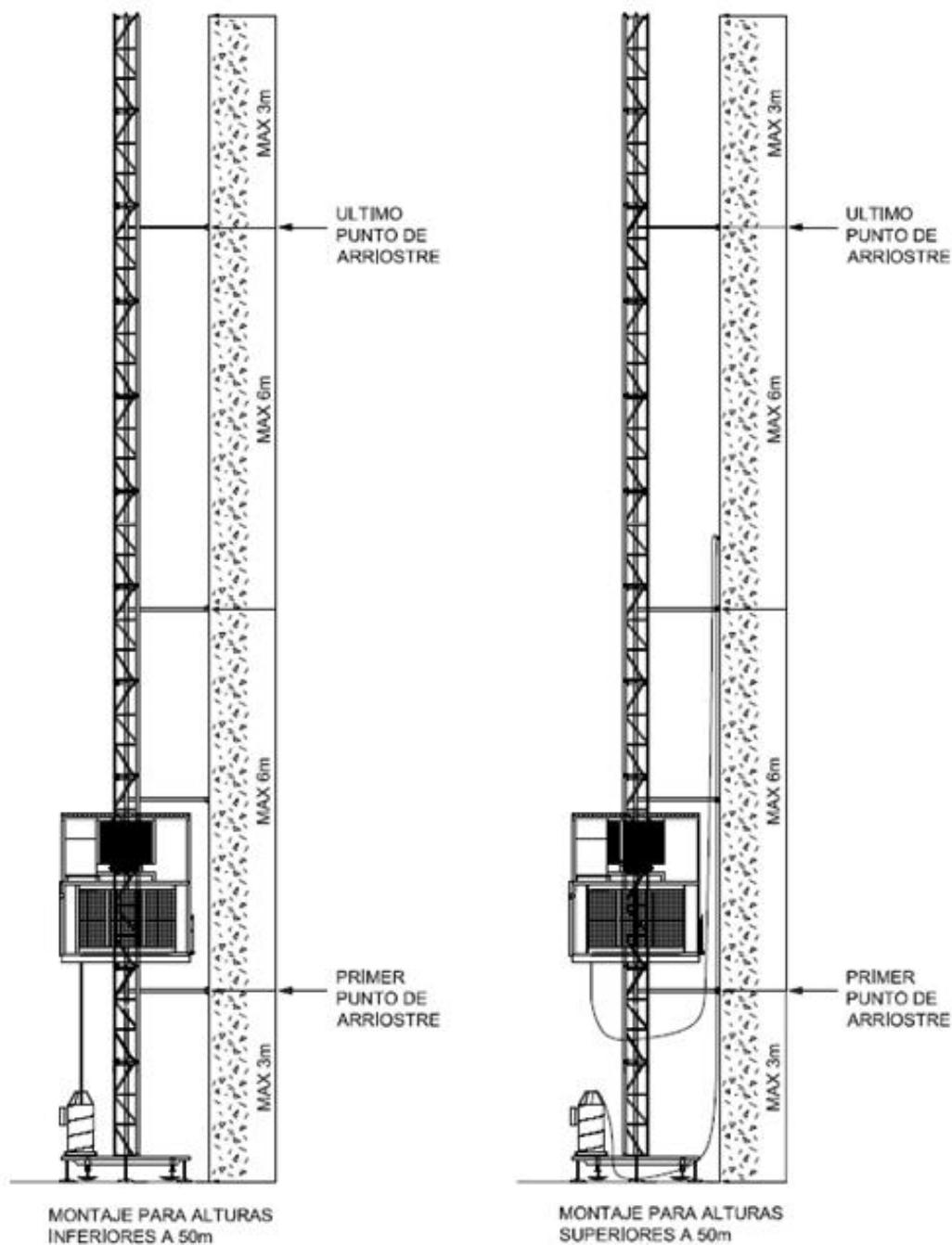


Imagen 14: Distancia entre los arriostreamientos

7.5. Rejilla de protección del mástil y tejado

La plataforma de elevación lleva colocada en el lateral donde se encuentran los mástiles una rejilla de protección, cuya función consiste en evitar la introducción accidental de la mano en la banda de rodadura del mástil.

A su vez, la rejilla de protección está diseñada de tal forma que sirve como elemento de apoyo al tejado a través de un tubo.

El tejado consiste en una chapa cuya función principal es la de proteger al usuario contra la posible caída de cascotes de la obra, ya que podrían ocasionarle diversos daños.

En la siguiente imagen se puede observar donde está situada tanto la rejilla de protección como el tejado en la plataforma de elevación.

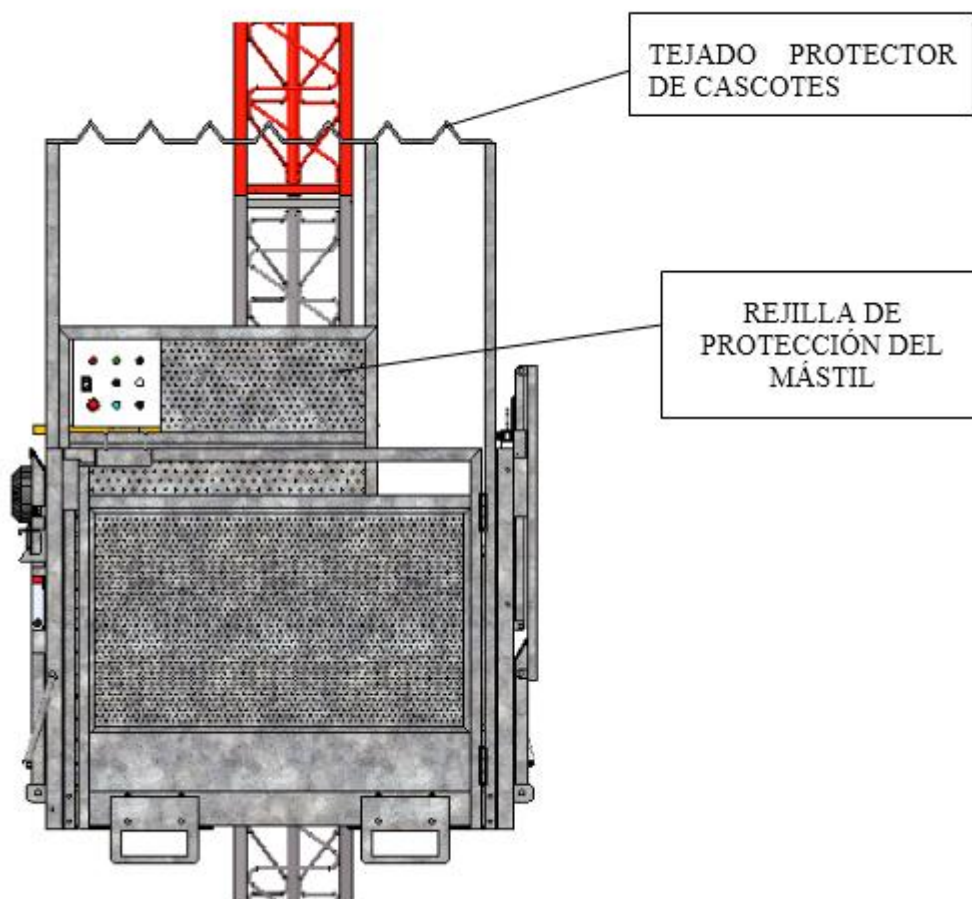


Imagen 15: Rejilla de protección y tejado

7.6. Grupo motor

El grupo motor permite el movimiento vertical tanto ascendente como descendente de la plataforma de elevación. Esto se consigue mediante un motor eléctrico con freno de CC, acoplado a un reductor de velocidad, que transmiten el movimiento mediante un piñón engranado con la cremallera soldada sobre los tramos verticales.

Además del freno motor, el grupo motor dispone de un freno de enclavamiento mecánico, conocido como paracaídas, independiente de tipo centrífugo, que se pone en funcionamiento automáticamente en el caso, completamente excepcional, de que se produzca un aumento incontrolado de la velocidad de descenso, deteniendo completamente la plataforma de elevación.

Los comandos eléctricos necesarios para el funcionamiento del grupo motor se encuentran en el interior de un cuadro estanco. Estos comandos se accionan a través de una botonera mediante unos pulsadores a baja tensión.

La estructura sobre la que se sujetan el motorreductor y el freno paracaídas, consiste en una chapa de 6mm de espesor doblada en uno de sus extremos. Sobre esta chapa se acoplan otras dos chapas, la del motorreductor de 12mm de espesor y la del freno paracaídas de 10 mm de espesor. En el caso del motorreductor, para acoplar los piñones, se utiliza otra chapa que va unida mediante dos bulones y que tiene 6mm de espesor.

Aparte en la estructura mencionada anteriormente, también se encuentran soldadas unas cajas de rodillos, que deslizan sobre los diversos tramos verticales cuando la plataforma de elevación está en movimiento.

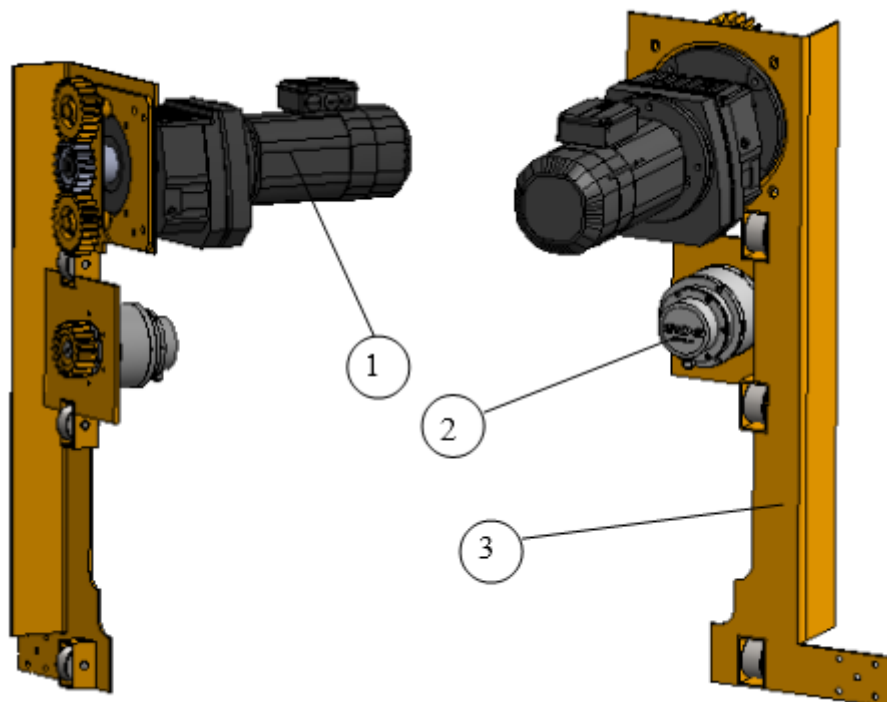


Imagen 16: Grupo motor

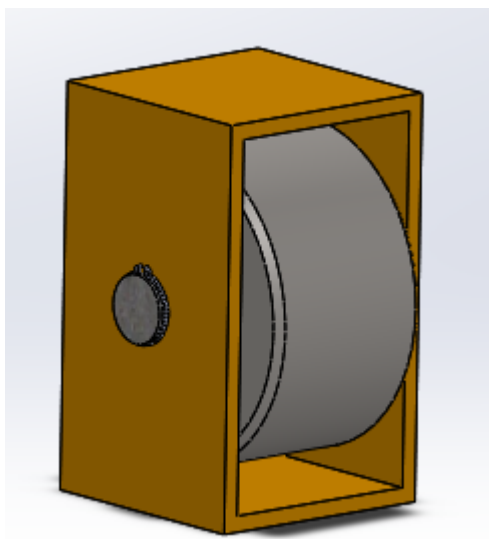
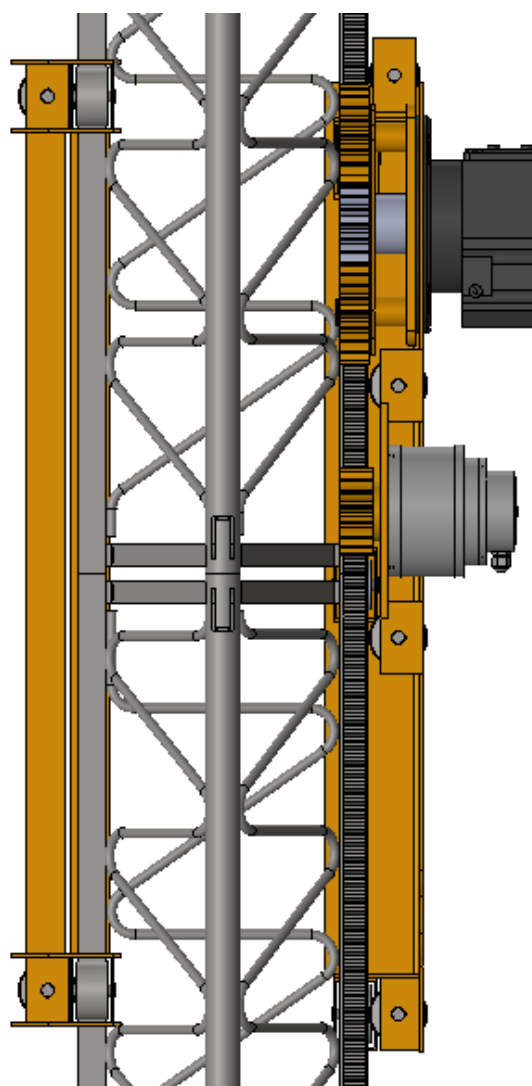
Elemento	Descripción
1	Motorreductor
2	Freno de enclavamiento o paracaídas
3	Chasis grupo motor

Tabla 9: Componentes del grupo motor

7.6.1. Rodillos guía de deslizamiento

Los rodillos de deslizamiento guían al grupo motor por el mástil, mediante el contacto de los rodillos con los dos largueros cuadrangulares del mismo.

Estos rodillos se encuentran dentro de una caja metálica y anclados a la misma mediante un bulón. A cada lado del rodillo se encuentra un rodamiento de bolas que permite su giro.

*Imagen 17: Caja de rodillos**Imagen 18: Rodillos guía en el mástil*

7.7. Cesta de la plataforma de elevación

La estructura de la cesta de la plataforma de elevación está formada por un conjunto de tubos de acero cubiertos por chapa de aluminio. El acceso a la misma se puede realizar a través de la puerta de acceso, situada en la parte delantera de la cesta. La cesta dispone, como mencionamos en apartados anteriores, de un techado de protección para el personal y la mercancía.

En cuanto al acabado superficial de todos los tubos que conforman la cesta, se les aplica galvanizado para asegurar una mayor protección ante la corrosión.

El suelo de la cesta consiste en un tablero fenólico antideslizante.

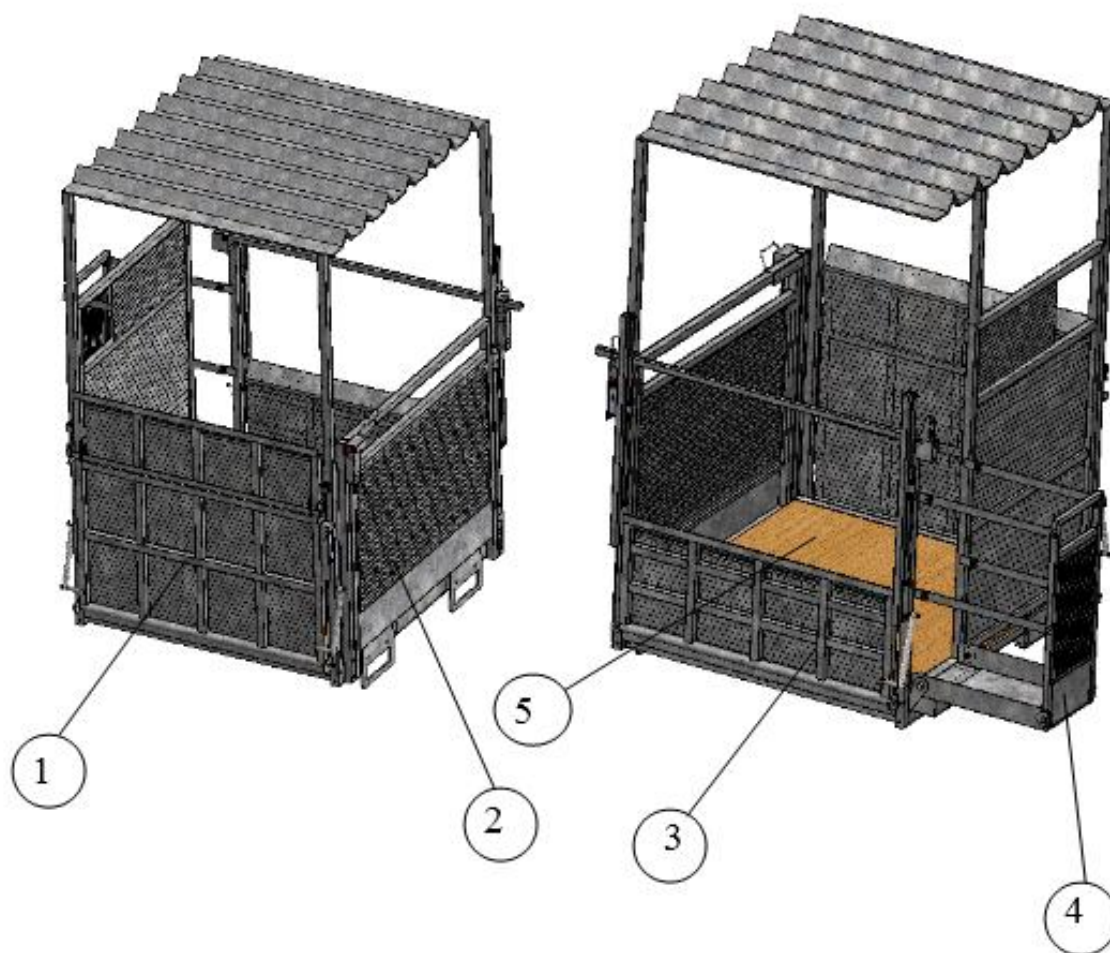


Imagen 19: Componentes de la cesta

Elemento	Descripción
1	Trampilla alta abatible
2	Puerta de acceso
3	Trampilla baja abatible
4	Plataforma abatible
5	Tablero fenólico antideslizante

Tabla 10: Componentes de la cesta

7.7.1. Trampilla alta abatible

La trampilla alta abatible está diseñada para poder introducir distintos objetos en la cesta a través de la rampa de la misma, de una manera más cómoda.

La trampilla está compuesta por dos resortes, un sistema de cierre, para evitar que esta se abra durante la subida o bajada de la plataforma de elevación, y por el resto de la estructura hecha a base de tubos, aparte de la chapa metálica que lo cubre y actúa como suelo de la misma.

El acabado final de la trampilla baja abatible es galvanizado.

A continuación, se muestra una imagen donde se detallan cada uno de los elementos nombrados anteriormente:

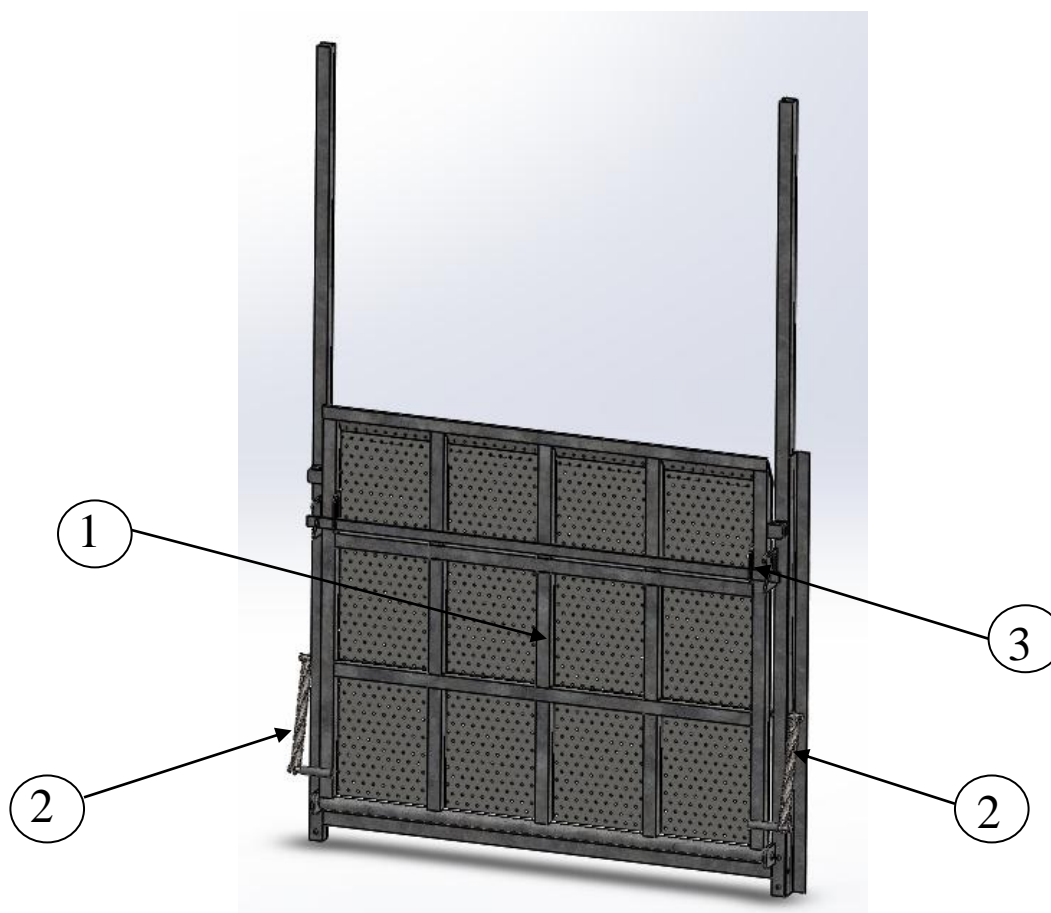


Imagen 20: Trampilla alta abatible

Elemento	Descripción
1	Estructura interna
2	Resortes
3	Sistema de cierre

Tabla 11: Componentes de la trampilla alta abatible

7.7.2. Puerta de acceso

La puerta de acceso consiste en una puerta que gira a través de dos bisagras ancladas al marco. A través de ella pueden entrar o salir los operarios e introducir objetos en la cesta.

El sistema de cierre de la puerta está constituido por un cierre electrónico, que funciona mediante una llave que se introduce en un cajetín, lo que aporta más seguridad al usuario.

El acabado final de la puerta de acceso es galvanizado, con lo que se la protege ante la corrosión y se la da una visión más estética.

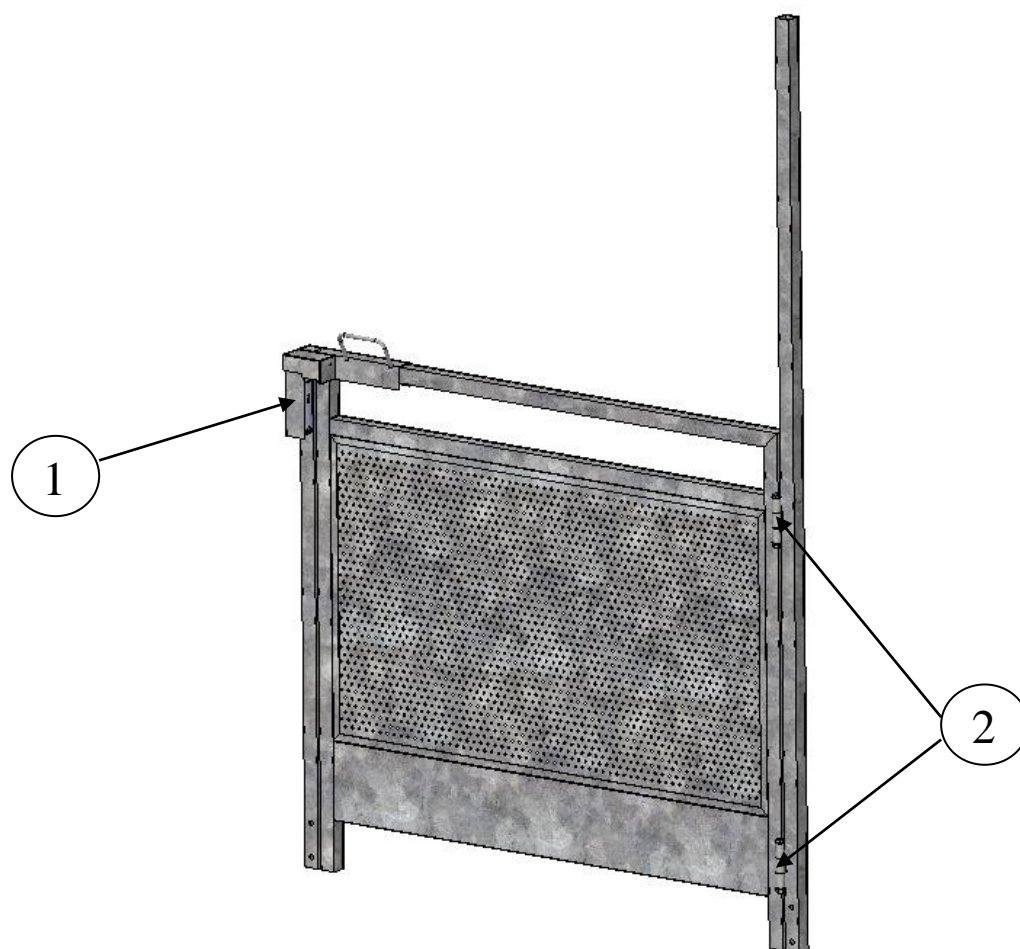


Imagen 21: Puerta de acceso

Elemento	Descripción
1	Sistema de cierre
2	Bisagras

Tabla 12: Componentes de la puerta de acceso

7.7.3. Trampilla baja abatible

La trampilla baja abatible tiene exactamente la misma función que la trampilla alta abatible descrita anteriormente. Esta trampilla consta de un solo resorte, ya que su peso es menor al de la trampilla alta.

El sistema de apertura de la trampilla se realiza a través de un mecanismo que consiste en elevar la barra superior, lo que provoca el despliegue de las barandillas laterales a la vez que baja la trampilla.

El sistema de cierre de esta trampilla consta de un sistema electrónico a través del cual al bajar la barra superior se introduce una llave en cajetín, impidiendo que la trampilla se abra durante el ascenso o descenso de la plataforma de elevación.

En la siguiente imagen se muestran los distintos componentes de la trampilla baja:

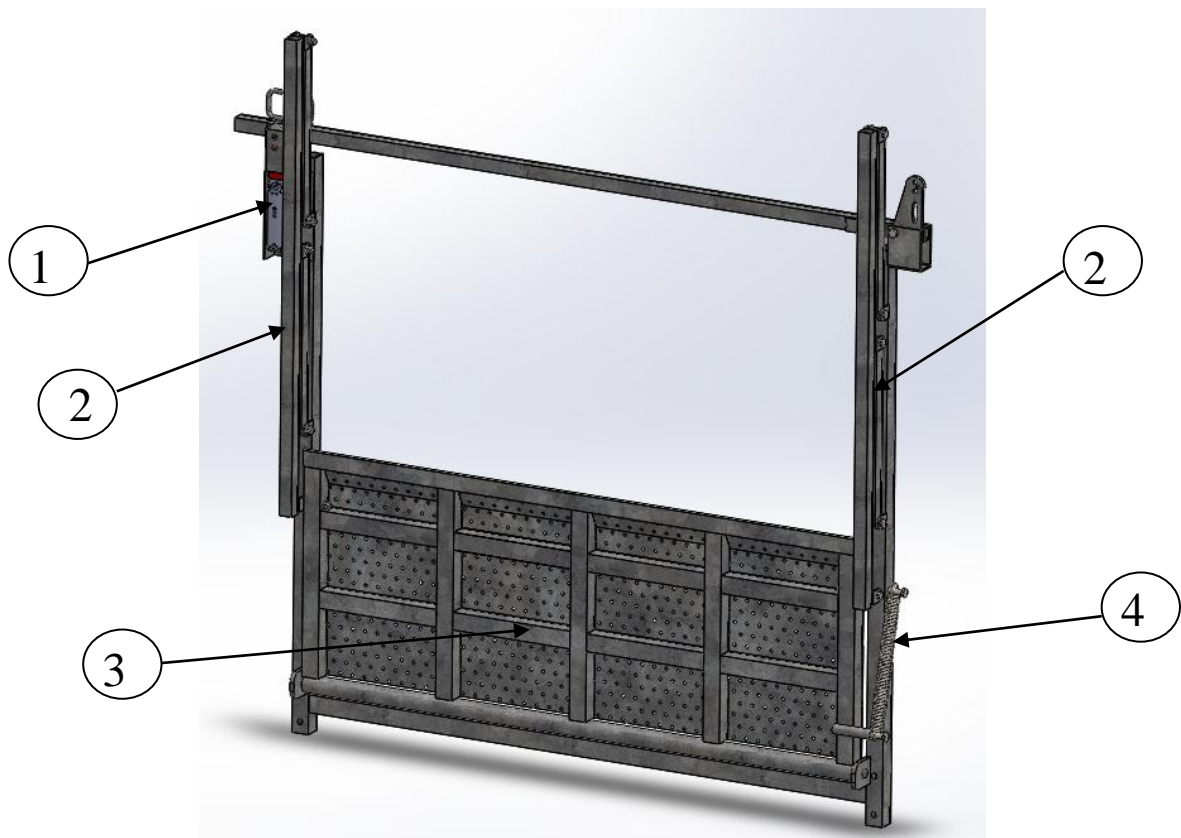


Imagen 22: Trampilla baja abatible

Elemento	Descripción
1	Sistema de cierre
2	Barandillas laterales abatibles
3	Estructura interna
4	Resorte

Tabla 13: Componentes de la trampilla baja abatible

7.7.4. Plataforma abatible

La plataforma abatible se despliega en el montaje de la plataforma de elevación, para poder ir colocando los tramos verticales según se vaya ascendiendo, hasta que se alcance la altura necesaria. Una vez que se han colocado todos los tramos verticales necesarios, esta plataforma se pliega y no se vuelve a desplegar hasta que se lleve a cabo el desmontaje de los tramos verticales.

Aparte, esta plataforma lleva un refuerzo en la parte inferior de la misma, con el que consigue evitar que la plataforma se abata más de lo requerido.

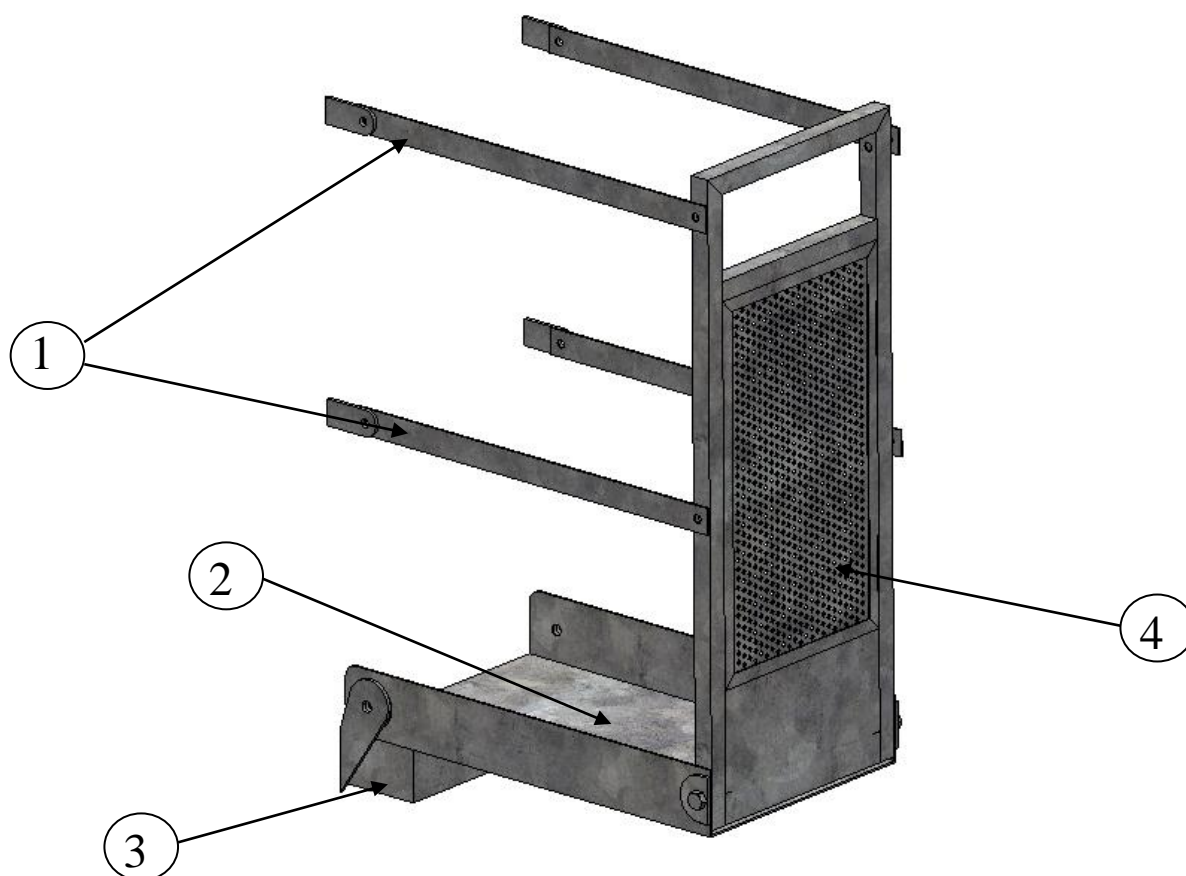


Imagen 23: Plataforma abatible

Elemento	Descripción
1	Barandillas laterales abatibles
2	Suelo abatible
3	Refuerzo inferior
4	Barandilla frontal

Tabla 14: Componentes de la plataforma abatible

7.8. Cubo recogecable

El cubo recogecable es un contenedor donde se recoge el cable eléctrico que cuelga desde el grupo motor hasta el suelo. En dicho cubo, el cable se recoge de forma helicoidal convenientemente ordenado.

A su vez, el cubo está provisto de una caja de derivación sobre la cual se conecta el cable eléctrico procedente de la red de alimentación de la plataforma de elevación.

Este cubo se encuentra situado sobre la base de la plataforma de elevación, en un extremo donde no se interponga al descenso de la misma.

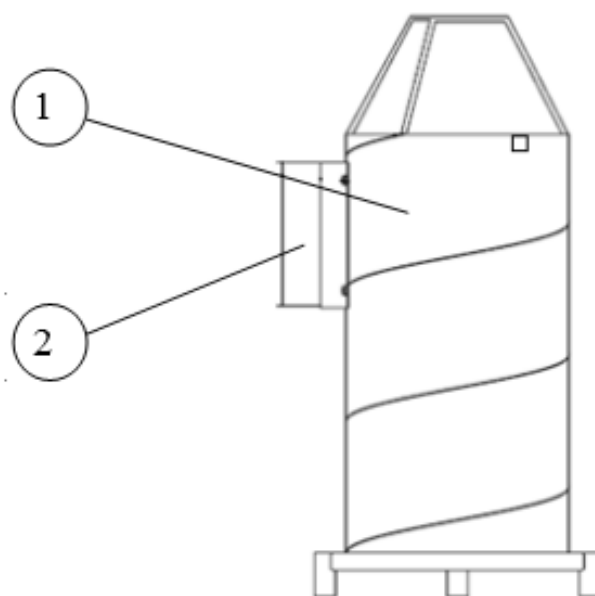


Imagen 24: Cubo recogecable

Elemento	Descripción
1	Cubo recogecable
2	Conector mando plataforma de elevación

Tabla 15: Componentes del cubo recogecable

7.9. Recinto base

El recinto base debe permanecer siempre cerrado y sin ninguna persona en su interior cuando la plataforma de elevación se encuentre en funcionamiento. Única y exclusivamente está permitido acceder al recinto base cuando la plataforma de elevación esté parada y en su punto más bajo.

Con el recinto base se pretende ofrecer una mayor seguridad al personal de obra que esté trabajando en el mismo, ya que se les protege contra posibles aplastamientos.

El recinto base consta de una puerta de acceso al mismo, que tiene un sistema de cierre de seguridad electromecánico con una llave que se introduce en un cajetín.

Las medidas del recinto base se exponen a continuación:

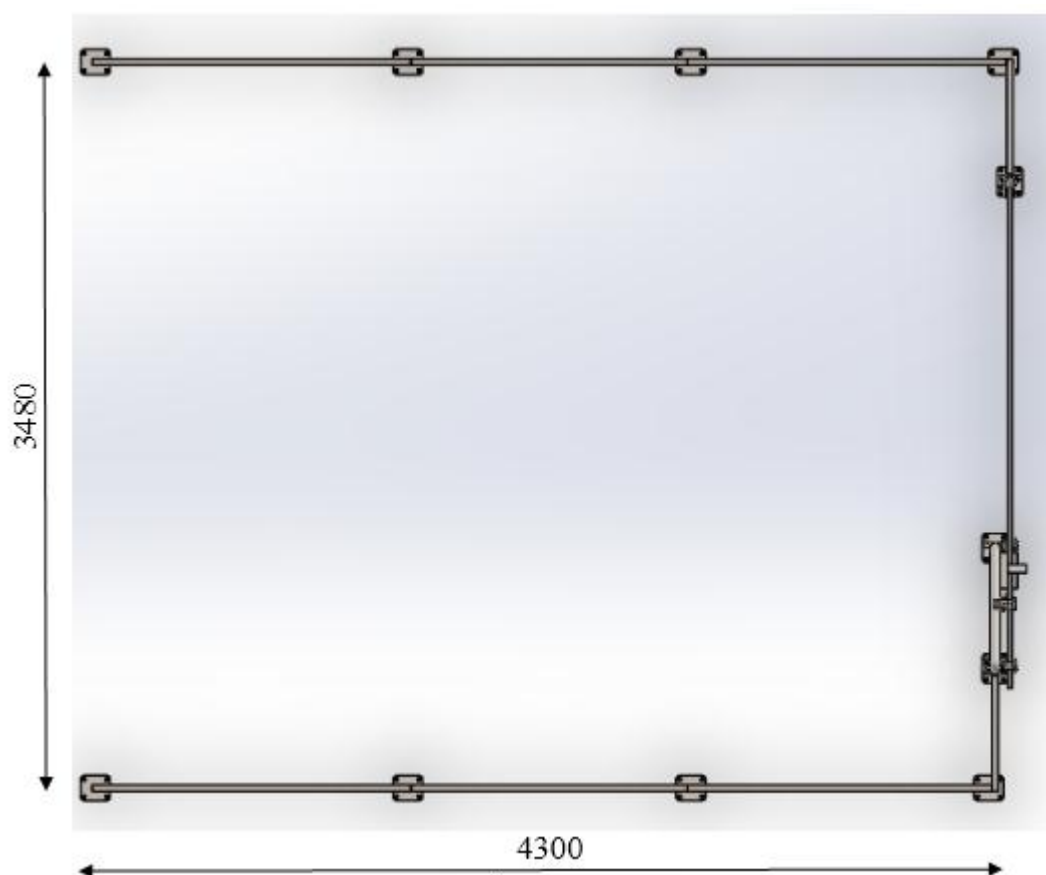


Imagen 25: Medidas del recinto base

En cuanto a los componentes mencionados anteriormente del recinto base, se pueden ver en la siguiente imagen:

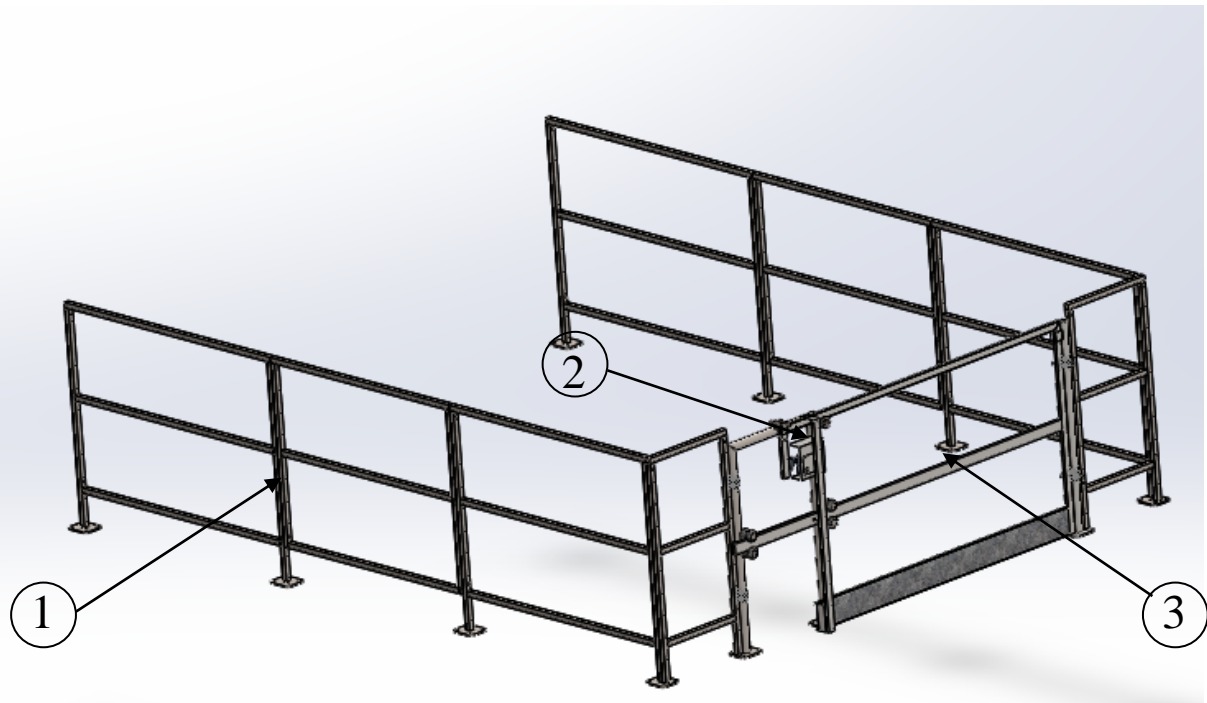


Imagen 26: Recinto base

Elemento	Descripción
1	Barandillas
2	Sistema de cierre
3	Puerta de acceso

Tabla 16: Componentes del recinto base

7.10. Sistema eléctrico

El cuadro eléctrico está diseñado de tal forma que los movimientos de elevación sólo sean posibles si el operador mantiene apretados los pulsadores.

El panel de alimentación eléctrica está constituido por una caja metálica, de hoja plegada, con la puerta y la llave de bloqueo.

El interruptor general es de tipo clausurable (se ha de cerrar de llave) y está provisto de un sistema de bloqueo, que impide que la puerta se pueda abrir sin haber cortado antes la fuente de alimentación conectada a los circuitos internos.

Todos los puntos de conexión de otros elementos (magnetotérmicos, relés de protección, transformadores, etc.), se encuentran protegidos ante posibles contactos accidentales, directos o indirectos.

El panel eléctrico dispone de un interruptor de alimentación principal y una luz que indica si se invierte la fase de alimentación.

Este panel eléctrico se encuentra situado en la parte externa de la cesta de la plataforma de elevación, como se muestra en la siguiente imagen:

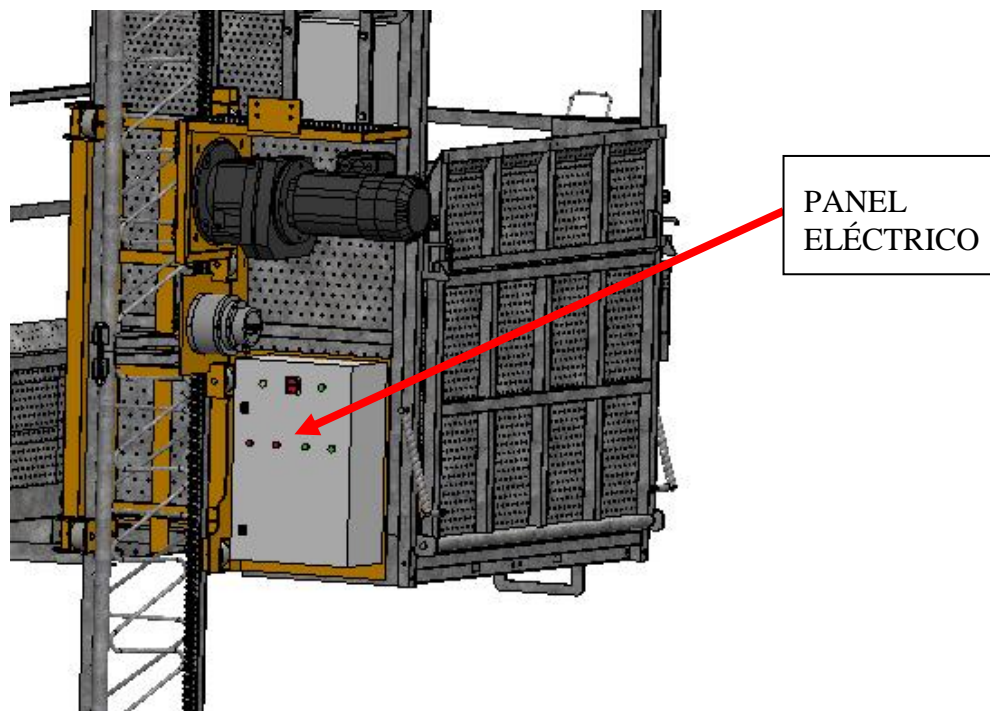
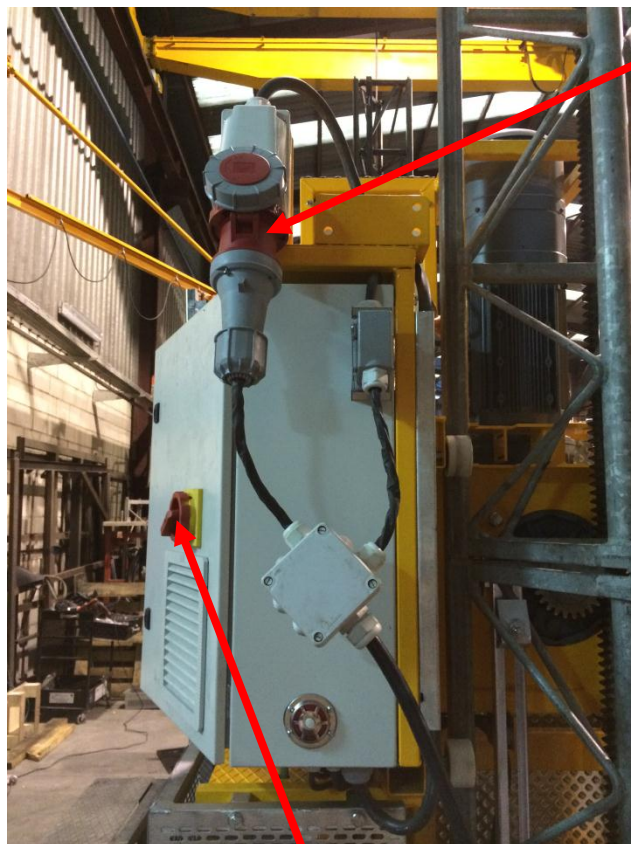
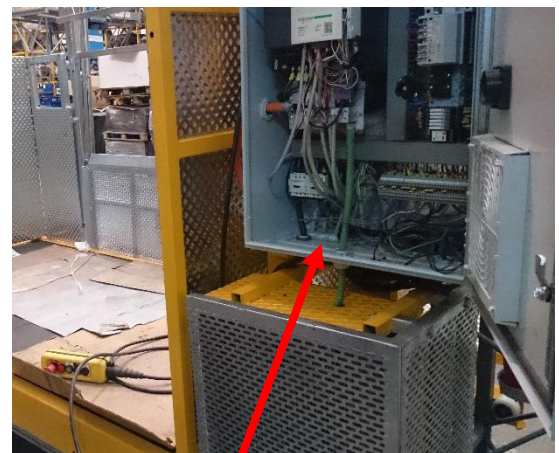


Imagen 27: Situación del panel eléctrico en la cesta



CONECTOR PANEL DE
ALIMENTACIÓN - FUENTE
DE ALIMENTACIÓN



PANEL DE ALIMENTACIÓN

INTERRUPTOR PRINCIPAL



Imagen 28: Sistema eléctrico

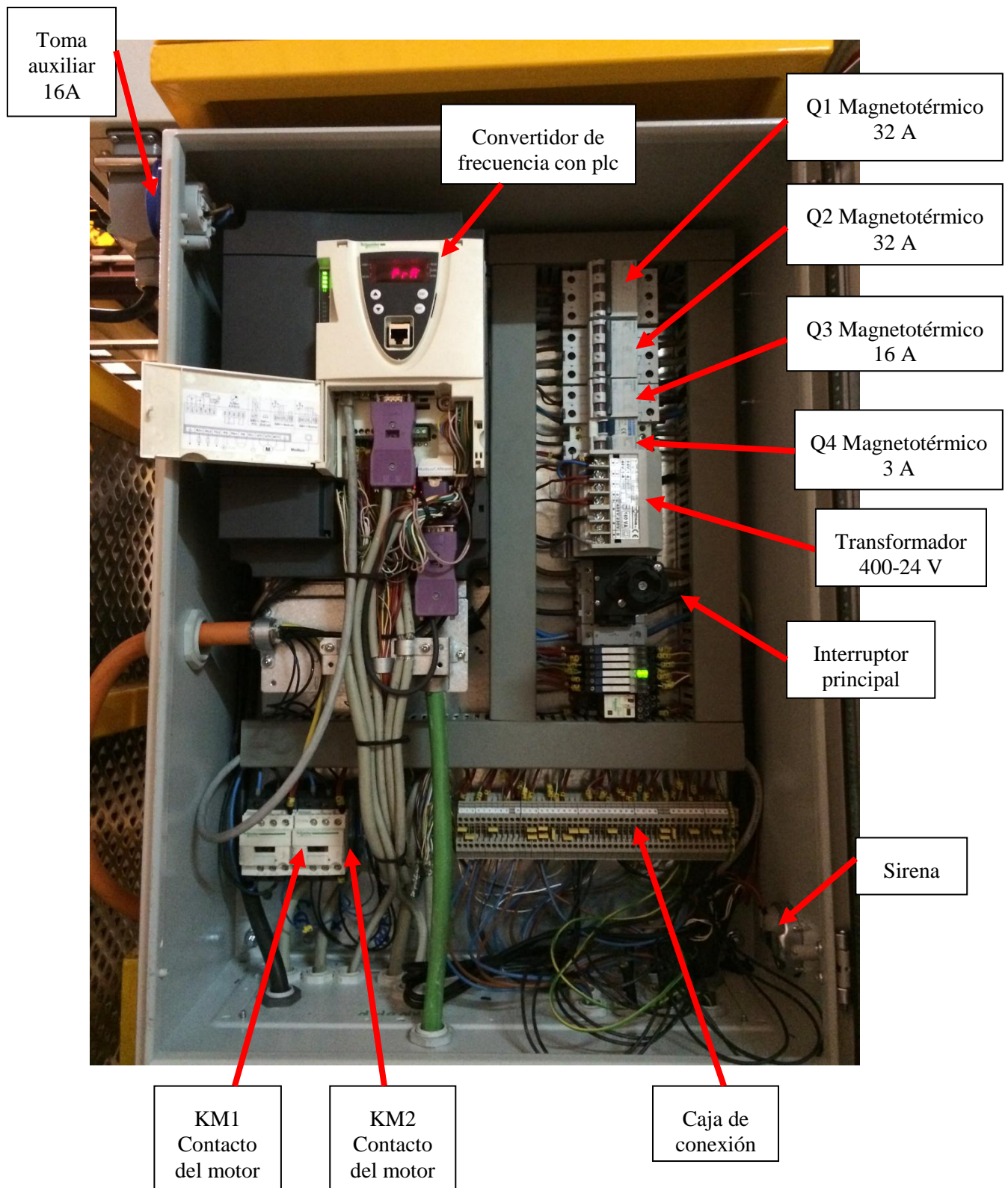


Imagen 29: Componentes del sistema eléctrico

7.10.1. Conexiones eléctricas y montaje de los paneles eléctricos

A la hora de llevar a cabo todas las conexiones eléctricas y el montaje de los paneles eléctricos, hay que seguir los siguientes pasos:

- 1) Se coloca el panel de la energía eléctrica en el hueco que hay destinado a él situado en la parte inferior del grupo motor. Debe ser colocado en los orificios del marco metálico que hay en el hueco. Hay que asegurarse de apretar bien los tornillos, con el fin de que el panel eléctrico no se caiga y pueda causar daños a las personas.
- 2) La plataforma de elevación solamente puede ser accionada por medio del mando a distancia.
- 3) Debe controlarse el valor de la tensión de alimentación y la potencia disponible, para evitar que se produzcan sobrecargas.
- 4) Hay que tener cuidado con la tensión de los motores eléctricos y el transformador del panel de alimentación, cambiándose la tensión si fuera necesario.
- 5) Ahora se enchufa la caja de conexiones del motor en el panel de la energía a través de los múltiples conectores suministrados en la caja de conexión de la unidad de accionamiento.
- 6) Se enchufa a tierra el punto de conexión de todo el sistema eléctrico de la plataforma de elevación.
- 7) Por último, debe colocarse el interruptor general en la posición "OFF"

7.11. Panel de control

El panel de control consiste en una caja metálica desde la que el operador que se encuentre en la plataforma controla los movimientos de la misma. El panel de control consta de los siguientes elementos:

- Interruptor principal: Es el interruptor principal con las funciones de apagado y encendido de la máquina.
- Luz de “READY”: Esta luz se enciende cuando la plataforma elevadora está lista para su puesta en marcha. Si existiera algún tipo de emergencia, esta luz permanecerá encendida.
- Botón “RESET”: Este botón se debe pulsar cuando la plataforma elevadora no esté lista y no exista ningún tipo de emergencia. En ese caso, la plataforma elevadora pasará al estado de lista para usarse. Siempre que suceda una situación de este tipo (luz de emergencia encendida, algún final de carrera presionado...), es necesario pulsar el botón de reinicio para restaurar la plataforma de elevación.
- Botón de ascender: Al pulsar el botón de subida, cuando la plataforma de elevación se encuentre lista, ésta comenzará a ascender. Es necesario mantener presionado este botón mientras que la plataforma esté ascendiendo.
- Botón de descender: Al pulsar el botón de descenso, cuando la plataforma de elevación se encuentre lista, ésta comenzará a descender. Es necesario mantener presionado este botón mientras que la plataforma esté descendiendo.
- Botón de parada de emergencia: Este botón únicamente debe pulsarse cuando exista alguna situación de emergencia. Al pulsar este botón, la plataforma de elevación se detendrá automáticamente.



Imagen 30: Panel de control

En cuanto al cableado interior del panel de control, se muestra en las siguientes imágenes:



Imagen 31: Cableado interior del panel de control I

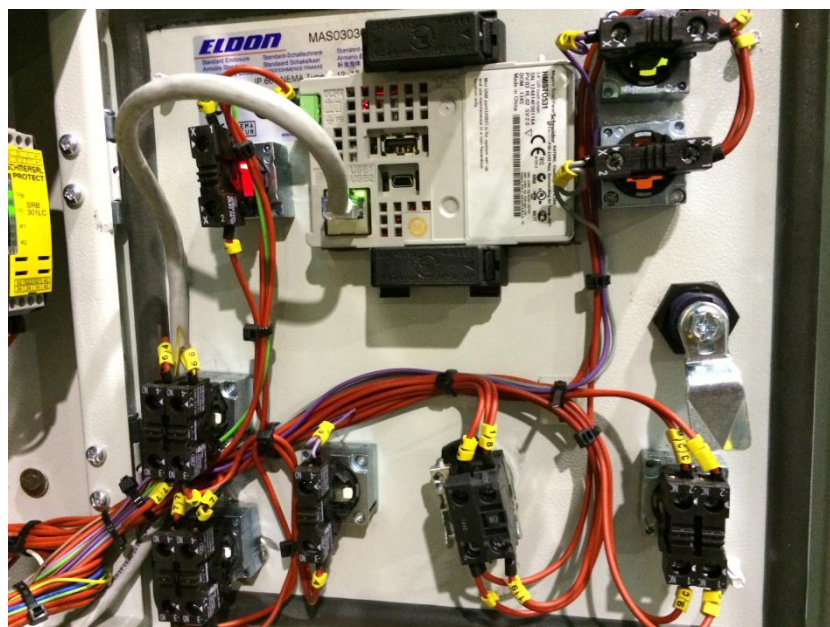


Imagen 32: Cableado interior del panel de control II

7.12. Mando de control remoto

El mando de control remoto puede ser utilizado tanto en el proceso de montaje de la plataforma de elevación, como en el modo operativo.

A continuación, se muestra una imagen del mando de control remoto donde observan los distintos botones del mismo y su función correspondiente.

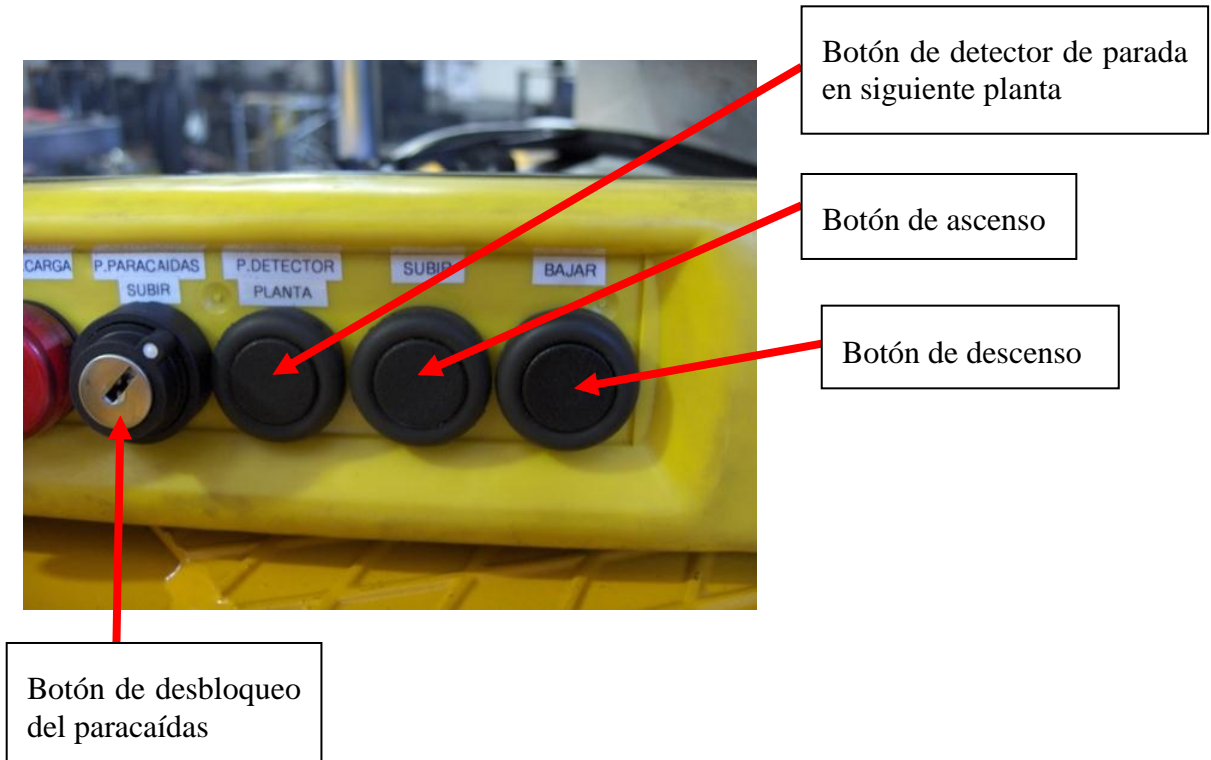


Imagen 33: Mando de control remoto

El mando de control remoto dispone de una luz para saber si la plataforma de elevación está lista, y también de un botón de color rojo (situado a la izquierda de la imagen anterior) que es la parada de emergencia.

Botón de detector de parada en siguiente planta

Este botón permite la parada de la plataforma elevadora cuando la leva de descarga se encuentra el interruptor de final de carrera, por lo que el usuario debe tener presionado el botón y cuando la plataforma elevadora toca la próxima leva de descarga, a continuación, la plataforma de elevación se detendrá.

Si no se presiona el botón Reset/detector de planta, la plataforma de elevación no se detiene, aunque el interruptor de límite de detección se encuentre tocando la leva de descarga.

Si no se pulsa este botón, el elevador no se detendrá nunca con una leva de descarga.

8. Transporte de la plataforma de elevación

El transporte de la máquina de una obra a otra puede llevarse a cabo mediante un camión con las dimensiones adecuadas.

La operación de transporte puede llevarse a cabo una vez que se haya desmontado la plataforma de elevación como se describirá más adelante. La máquina puede cargarse y descargarse en el camión a través de la pluma del mismo, mediante una grúa fija o a través de un carro elevador. Las capacidades de los medios de elevación deben ser las adecuadas a los pesos de cada uno de los grupos a trasladar.

Es aconsejable cargar en primer lugar el grupo motor completo, es decir, la base, el tramo vertical y el grupo motor, y después cargar los tramos verticales en posición vertical, ya que sobre estos pueden colocarse todos los componentes restantes.

La carga debe asegurarse correctamente al camión mediante los medios de sujeción necesarios, como pueden ser cables, cadenas...

Todas las operaciones deben realizarse respetando las normas del código de circulación del país donde se efectúen.

9. Información acerca de la seguridad y sus dispositivos

9.1. Criterios sobre la seguridad

En el proyecto y la construcción de esta plataforma de elevación, se han adoptado los criterios y previsiones destinados a satisfacer los requisitos esenciales en materia de seguridad, previstos en la Directiva de Máquinas 98/37/CE y 98/79/CE y la Directiva sobre Baja Tensión 73/23/CE, modificada por la Directiva 93/68/CE y la Directiva sobre Compatibilidad Electromagnética 89/336/CE y sucesivas modificaciones. Se ha aplicado la norma armonizada UNE-EN 1495 y las normas UNE-EN 12158-1 y UNE-EN 12158-2.

Un cuidadoso análisis, desarrollado por el fabricante, ha permitido eliminar la mayor parte de los riesgos inherentes al uso de la plataforma de elevación, ya sean previstos o razonablemente previsibles.

A la hora de utilizar la plataforma de elevación, los usuarios deben atenerse escrupulosamente a las instrucciones, procedimientos y recomendaciones contenidas en el manual de la máquina. Los usuarios también deben considerar la legislación vigente sobre la seguridad en el ámbito de trabajo, así como la utilización de los elementos de protección previstos, ya sean los dispositivos integrados en la plataforma de elevación como los equipos de protección individuales (EPI's).

Otro punto a tener en cuenta es la indumentaria de la persona dispuesta a utilizar la máquina, ya que no deben portar ropa ancha, cadenas, relojes... que puedan engancharse con las partes en movimiento de la plataforma de transporte.

9.2. Cualificación del personal

En cuanto al personal que puede intervenir sobre la plataforma de elevación, es posible diferenciar entre tres figuras diferentes:

- 1) *Oficial de mantenimiento mecánico*: es un operario cualificado apto para manejar la plataforma de elevación en condiciones normales de trabajo y con las protecciones abiertas. Su función consiste en efectuar reglajes, mantenimiento y reparaciones sobre las partes mecánicas. No está habilitado para realizar intervenciones eléctricas en presencia de tensión.
- 2) *Oficial de mantenimiento eléctrico*: es un operario cualificado apto para manejar la plataforma de elevación en condiciones normales de trabajo y con las protecciones abiertas. Su función consiste en efectuar todas las intervenciones de reglajes, mantenimiento y reparaciones de naturaleza eléctrica. Está habilitado para realizar intervenciones en presencia de tensión en el interior del cuadro eléctrico.
- 3) *Técnico constructor*: es un técnico cualificado para efectuar reparaciones complicadas en situaciones particulares.

9.3. Protecciones

Se definen como protecciones todas las medidas de seguridad, que consisten en el empleo de medios técnicos específicos, para proteger a las personas de los riesgos que no puedan ser razonablemente limitados en el proyecto de la plataforma de elevación.

9.3.1. Protectores fijos y móviles

La plataforma de elevación está provista de protectores fijos y móviles con el fin de garantizar la seguridad de los operarios. Estos protectores son los siguientes:

- Recinto de seguridad instalado alrededor del perímetro de la plataforma de elevación, con el que se consigue que, durante el ascenso o descenso de la plataforma de elevación, no se encuentre debajo o alrededor ninguna persona.
- Barandilla de instalación y mantenimiento de los sistemas de arriostramiento a la fachada.
- Protector del mástil que impiden el acceso del operario a las partes en movimiento, tales como los engranajes, los rodillos...

9.3.2. Dispositivos pasivos de seguridad

Son dispositivos pasivos de seguridad aquellos dispositivos o soluciones que eliminan o reducen los riesgos para los operarios sin intervención activa por parte de los mismos.

El grupo de elevación dispone de los siguientes dispositivos finales de carrera:

- Fin de carrera eléctrico de subida A: limita el recorrido máximo de subida de la plataforma de elevación por medio de una leva regulable.
- Fin de carrera eléctrico de bajada C: limita el recorrido máximo de bajada de la plataforma de elevación por medio de una leva regulable.
- Fin de carrera de sobrepaso “subida-bajada” B: es una protección posterior en caso de avería de los fines de carrera antes descritos A y C.
- Fin de carrera anti-descarrilamiento: está colocado sobre el grupo motor y evita que descarrile el mismo del tramo vertical durante la fase de montaje.
- Fin de carrera de parada por planta D: detecta el patín indicador de planta y detiene la plataforma de elevación, salvo que esté accionado el “puente de planta”.
- Motor eléctrico autofrenante del grupo de elevación: evita la caída de la plataforma de elevación en caso de que se produzca una falta de alimentación de corriente eléctrica.
- Paracaídas de enclavamiento: en caso de avería, detiene automáticamente la plataforma de elevación cuando se supera la velocidad de 0.5 m/s en descenso.

Todos los dispositivos finales de carrera intervienen sobre el movimiento en acción y permiten el movimiento contrario, y todos los finales de carrera de sobrepaso intervienen sobre el circuito de alimentación principal.

A continuación, se muestra una imagen donde se indica cada uno de los dispositivos finales de carrera indicados anteriormente:

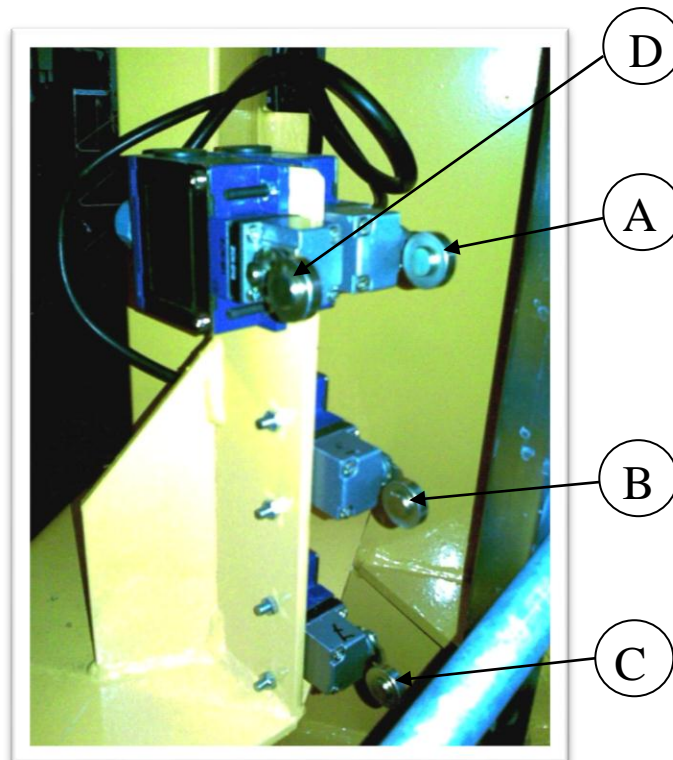


Imagen 34: Dispositivos finales de carrera

9.3.3. Dispositivos de bloqueo

Son dispositivos de bloqueo los que causan la parada de la plataforma de elevación o inhabilitan su puesta en marcha, si esta no se encuentra bajo determinadas condiciones de seguridad. Los microinterruptores de llave que detectan la apertura de las protecciones móviles son dispositivos de bloqueo.

En la plataforma de elevación están incorporados los siguientes microinterruptores de llave:

- Fin de carrera “puerta de acceso grupo motor”: si la puerta de la plataforma de elevación se encuentra abierta, éste no funciona. Este fin de carrera, junto con la puerta de acceso al grupo motor, solamente son utilizados durante la fase de instalación de la plataforma de elevación.
- Fin de carrera “puerta abatible de acceso a la cesta”: si la puerta abatible de acceso a la cesta de la plataforma de elevación está abierta, éste no funciona.

9.3.4. Dispositivos activos de seguridad

Son dispositivos activos de seguridad aquellos dispositivos o soluciones que eliminan o reducen los riesgos, y que precisan intervenciones activas y conscientes por parte del operador para que se produzca su acción preventiva.

9.3.5. Parada de emergencia

El cuadro de potencia de la plataforma de elevación está provisto de un pulsador de emergencia que permite al operador detener la misma en caso de emergencia. Este cuadro solamente es accesible durante la fase de instalación de la plataforma de elevación.

En la siguiente imagen se muestra la botonera donde se encuentra el pulsador de emergencia:



Seta o pulsador de emergencia

Imagen 35: Botonera

9.3.6. Soluciones previstas

El equipamiento eléctrico asegura la protección de las personas contra las posibles descargas eléctricas, ya sea por contacto o indirectas, tal como está previsto en la norma UNE-EN 60204-1.

Todos los componentes eléctricos de potencia y con tensión peligrosa se encuentran en el interior del cuadro eléctrico con un grado de protección IP 54, de acuerdo con la norma UNE-EN 60204-1 y tienen una protección contra cortocircuitos y contra el contacto accidental a masa 3.4.

9.4. Nivel acústico

En este apartado se muestran los datos referentes al nivel de ruido en el ambiente causado por la plataforma de elevación, medidos según las indicaciones de la Directiva Plataforma (89/392/CEE y posteriores modificaciones).

- Nivel de rumorosidad L_{eq} : 60 dB(A)
- El nivel de potencia acústica emitido por la plataforma de elevación no supera los límites legales, por lo que no se han previsto protecciones para los operarios.

10. Montaje y desmontaje

10.1. Generalidades y controles preliminares

La plataforma de elevación permite alcanzar una altura máxima de 102 metros. En el caso de que sea necesario alcanzar una mayor altura, se deberá consultar al fabricante para que éste te indique como hacerlo en el caso de que se pueda.

Antes de proceder al montaje de la plataforma de elevación es necesario llevar a cabo una serie de controles preliminares, que son los siguientes:

VERIFICACIONES

Antes de dar la alimentación eléctrica a la máquina se debe verificar:

- a) Que no haya ningún cable roto por causa del transporte.
- b) Que se hayan montado todas las protecciones.
- c) Que se haya montado correctamente el patín del fin de carrera de descenso.
- d) Que funcione la toma de tierra.
- e) Que se hayan activado todos los térmicos del cuadro.

CONTROLES

La máquina también debe pasar unos controles antes de su puesta en marcha:

- a) La regulación de los térmicos del motor según los datos de su matrícula.
- b) La regulación del térmico del freno motor.
- c) Alimentar el cable y después el cuadro eléctrico girando el interruptor general.
- d) Desbloquear el botón de emergencia.

- e) Colocar en el interior del vano carteles que adviertan del acceso a la plataforma de elevación y del peligro de caída al vacío.

10.2. Zonas peligrosas y riesgos residuales durante el montaje y desmontaje

Se denomina zona peligrosa a cualquier zona próxima a la plataforma de elevación en la que una persona esté expuesta a riesgos de lesiones o daños para su salud.

Durante las fases de montaje y desmontaje de la plataforma de elevación existen riesgos residuales para los operarios. Los riesgos residuales pueden evitarse siguiendo atentamente los procedimientos indicados en el manual de la máquina y portando los equipos de protección individual (EPI's) indicados a continuación:



Es obligatorio el uso de guantes de protección.



Es obligatorio el uso de calzado de seguridad.



Es obligatorio el uso del mono de trabajo.



Es obligatorio el uso del casco de protección



Es obligatorio el uso de cinturón de seguridad.

Imagen 36: Protecciones a seguir

La zona de montaje/desmontaje de la plataforma de elevación presenta los siguientes riesgos:

- Riesgo de colisión.
- Riesgo de aplastamiento.
- Riesgo de caída.

Además, el operador debe utilizar los siguientes EPI's:

- Casco de protección.
- Calzado de seguridad.
- Guantes de protección.
- Cinturón de seguridad.

10.3. Prescripciones sobre seguridad

- a) El montaje y el desmontaje de la plataforma de elevación debe hacerse siempre bajo la supervisión directa de un técnico de la obra, y efectuado por personal competente y convenientemente adiestrado.
- b) Durante el montaje, el desmontaje y la utilización de la plataforma de elevación, deberá prohibirse el paso y el estancamiento de personas y vehículos bajo la misma o en sus alrededores, cercando el recinto y colocando la señalización adecuada.
- c) Las cargas de la plataforma de elevación nunca deben superar las máximas establecidas para la misma.
- d) Deben respetarse todas las normas de montaje/desmontaje, de seguridad, de mantenimiento y sobre electricidad, establecidas según las normativas legales vigentes y en el manual de la máquina.
- e) La plataforma de transporte está provista de un manual dirigido al usuario que siempre deberá estar presente en el lugar de utilización de la plataforma de elevación.
- f) Durante la fase de montaje y desmontaje, la velocidad del viento no debe superar los 45.7 km/h (12.7 m/s).
- g) Utilizar maquinaria de elevación para el montaje de piezas que superen los 30 kg/persona disponible.
- h) Seguir escrupulosamente las instrucciones, realizándolas según la secuencia indicada más adelante.

10.4. Montaje de la base y colocación de los estabilizadores

- 1) La base se envía unida al primer tramo vertical con el grupo de elevación encastrado. En la pared del elemento vertical se encuentra fijado, mediante los correspondientes tornillos, el patín para el fin de carrera.

- 2) Los estabilizadores deben colocarse sobre el terreno de tal forma que estén en grado de soportar las reacciones máximas $R1/R2$ indicadas en la imagen de más adelante.

El plano de apoyo que debe sustentar la carga, tiene que estar constituido, en los puntos de apoyo de los estabilizadores, por tablas de 40 mm de espesor y superficie calculada de acuerdo con las reacciones máximas indicadas y con la resistencia del terreno. En cada caso las dimensiones mínimas de las tablas de apoyo de los pies estabilizadores deben ser de 300 x 300 x 40 mm.

La colocación correcta del estabilizador central debe efectuarse de forma muy precisa para evitar desequilibrios en la máquina. Aparte, cabe mencionar que está totalmente prohibido el uso de la base sin los estabilizadores.

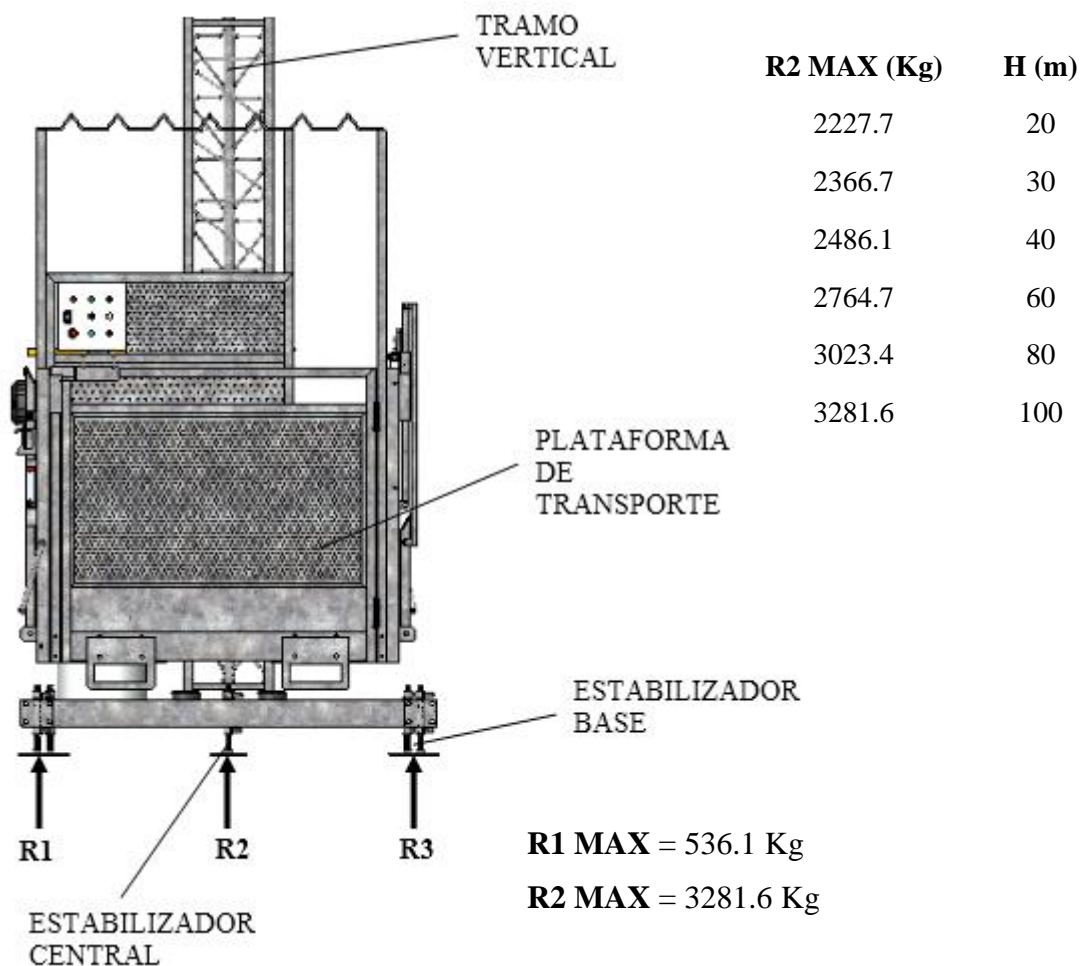


Imagen 37: Reacciones máximas de los estabilizadores

10.5. Montaje de los elementos verticales (mástiles)

Una vez que se han realizado todos los controles preliminares y la previa instalación de la plataforma de elevación, se procede al montaje del elemento modular de la columna. Para ello, se deben seguir los siguientes pasos:

- 1) Enchufar la botonera de mano en la toma de 24 polos del cuadro eléctrico (Conector 1) y mantener pulsado en la botonera el botón de ascenso, con el fin de verificar el funcionamiento correcto de la plataforma de elevación. También hay que comprobar la correspondencia entre las indicaciones de los pulsadores de la botonera con los movimientos realizados por la plataforma de elevación.
- 2) Cargar sobre la plataforma de elevación instalada los elementos, herramientas y materiales necesarios para colocar el sistema de arriostamiento de la misma a la pared.
- 3) En este momento se puede comenzar con el alzado de la plataforma de elevación. Para ellos se debe pulsar el botón de ascenso y alcanzar así la altura idónea para el montaje sucesivo de los tramos verticales (aproximadamente a 20 cm del extremo superior de los mismos). Ahora se acopla un tramo vertical sobre otro tramo y se bloquea mediante los tornillos suministrados por el fabricante, que deben apretarse de acuerdo con los valores descritos en la *Tabla 17*. Una vez hecho esto se continúa subiendo la plataforma de elevación y se colocan los mástiles necesarios hasta alcanzar la altura necesaria para realizar el primer arriostre (a 3m de altura sobre el terreno).

El arriostre de la plataforma de elevación en la pared deberá hacerse de forma que impida el vuelco hacia afuera. Por lo tanto, los tramos verticales deberán fijarse a la pared con los brazos de arriostre adecuados, abrazaderas ortogonales de Ø48 mm, tornillos y tacos de expansión.

- 4) Una vez alcanzada la altura máxima deseada, se debe montar en cada mástil un tramo vertical fin de carrera que se diferencia de los otros por la ausencia de bulones de asiento cónicos, por portar el patín para los fines de carrera eléctricos y tener la cremallera más corta. Además, este es de un color distinto al resto de tramos verticales.
- 5) Por último, se debe montar la rejilla de protección del mástil.

10.6. Colocación de los arriostres

El primer arriostre del par de apriete de los tacos de expansión y de los tornillos de unión de los tramos verticales debe ser siempre el indicado en la siguiente tabla:

Par de apriete de los tacos de arriostre	120 Nm
Par de apriete de cada tornillo de unión de los tramos verticales	410 Nm

Tabla 17: Par de apriete

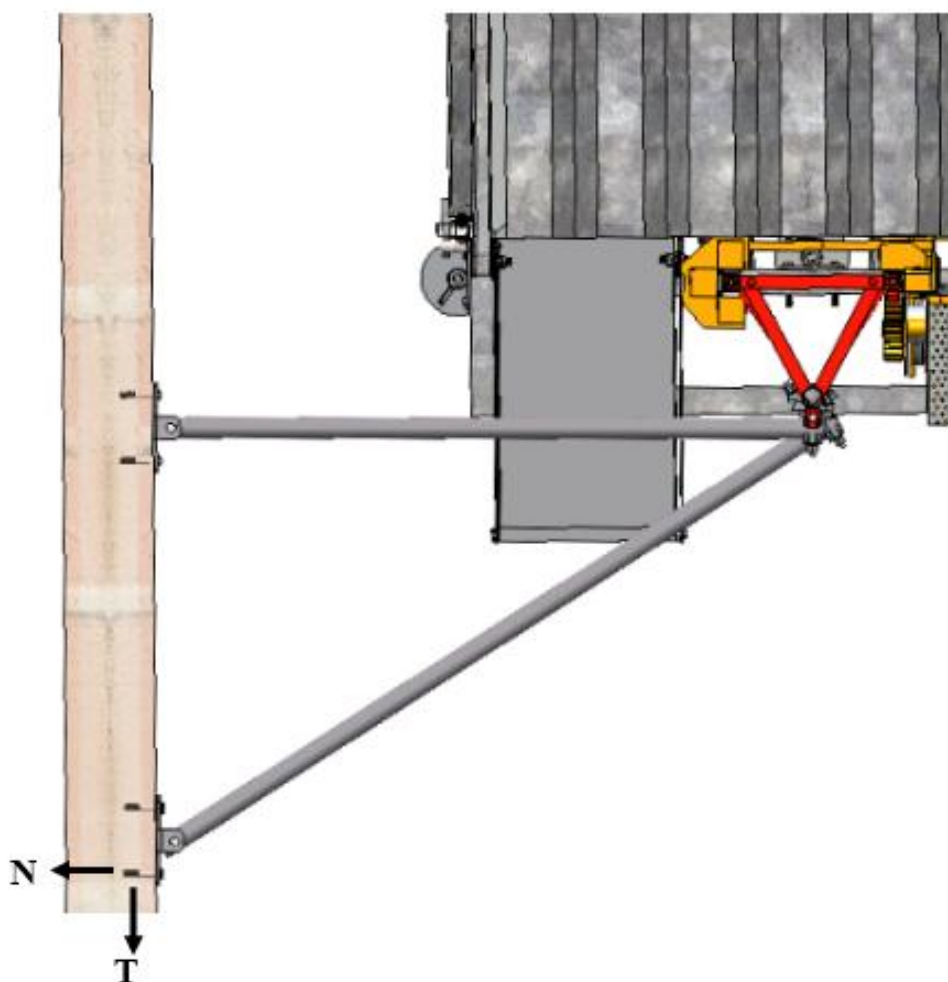


Imagen 38: Reacciones en el arriostre

En cuanto a las reacciones máximas en servicio que se producen en la pared, tenemos una normal y una tangencial cuyos valores son los siguientes:

Reacción normal a la pared N	5304 N
Reacción tangencial a la pared T	3170 N

Tabla 18: Reacciones máximas en servicio

El primer arriostre debe ir colocado a 3m sobre el terreno, colocándose los posteriores cada 6m. Una vez colocado el último arriostre, no se debe superar una altura libre superior a 3m.

10.7. Desmontaje

Antes de proceder al desmontaje de la máquina, se debe ascender e ir verificando el apriete de todos los tornillos del mástil y de las abrazaderas de los sistemas de arriostramiento hasta llegar al extremo superior.

También es imprescindible asegurarse de que, durante la fase de desmontaje del mástil, la zona situada bajo el área de trabajo esté completamente libre de personas y objetos, a las que se pudiera dañar ante una posible caída de piezas desde la plataforma de elevación.

Para la operación de desmontaje del mástil y de la plataforma de elevación, se procede de forma inversa a la fase de montaje descrita anteriormente, garantizando siempre la seguridad del personal y su operatividad. Los pasos a seguir para el desmontaje son los siguientes:

- 1) Ascender al punto más alto del mástil para comenzar el desmontaje.
- 2) Una vez alcanzado el extremo superior, se procede al desmontaje de los tramos verticales y de los sistemas de arriostramiento. Los tramos verticales se van colocando dentro de la plataforma de elevación, cerciorándose de no superar el valor de carga máxima admitida.
- 3) Se repiten las operaciones anteriores hasta alcanzar la base de la plataforma de elevación.
- 4) Ahora se quita la tensión eléctrica a la plataforma de elevación y se retira el cable de alimentación.
- 5) Por último, se libera el bastidor de la base desmontando los restantes elementos de la columna.

Un detalle a tener en cuenta es que, durante la fase de desmontaje, los operarios subidos en la plataforma de elevación deben trabajar obligatoriamente con todos los elementos de seguridad necesarios mencionados en apartados anteriores, tales como el cinturón de seguridad, el casco de protección, los guantes...

11. Uso de la plataforma de elevación

11.1. Generalidades

La plataforma de elevación ha sido proyectada y fabricada según las Directivas Europeas y Nacionales vigentes en materia de previsión de riesgos laborales, seguridad, salud e higiene laboral.

La utilización de la plataforma de elevación, está condicionada al cumplimiento de las siguientes normas de seguridad:

- a) La base deberá instalarse sobre un plano de apoyo que pueda soportar las cargas que se apliquen.
- b) Se debe controlar la firmeza de la pared a la cual se debe anclar los sistemas de arriostramiento de la plataforma de elevación, según las cargas aplicadas.
- c) La distancia de la máquina a la pared se debe regular en función del tipo de anclaje del equipo.
- d) Se empleará un nivel de burbuja, con el fin de verificar la horizontalidad de la base y la verticalidad de la columna, efectuando los ajustes necesarios por medio de los cinco tornillos de regulación de la base, situados en los distintos husillos. Una vez nivelado, se deben bloquear los tornillos asegurando regularmente el cierre.
- e) Debe asegurarse que todos los pernos de bloqueo de la columna a la base estén regularmente apretados al par establecido por el fabricante.
- f) El plano de apoyo que debe sustentar la carga debe estar constituido, en los puntos de apoyo de los estabilizadores, por chapas de 50 mm de espesor y superficie calculada de acuerdo a las reacciones máximas indicadas y con la resistencia admisible del terreno. En cada caso, las dimensiones mínimas de las chapas de apoyo de los pies estabilizadores deben ser de 300 x 300 x 50 mm.
- g) Está totalmente prohibido superar la capacidad de carga de la plataforma de elevación indicada en las características técnicas de la misma, con el fin de garantizar la seguridad de los operarios.
- h) Se debe evitar que la carga se concentre en un solo punto del recinto de la base, de forma que esté uniformemente distribuida en toda la superficie efectiva de la plataforma de elevación.
- i) Antes de conectar la máquina a la corriente eléctrica, es fundamental asegurarse de que:
 - 1.- La línea está dotada de una toma de tierra y de interruptores diferenciales.

- 2.- La alimentación corresponda a la tensión de la máquina.
- 3.- El cable de mantenimiento sea de la sección adecuada a la altura a instalar y esté bien recogido en el cesto.
- 4.- Se encuentre conectado el cable de toma de tierra a la máquina.
- 5.- El contenedor de alimentación del cable eléctrico debe estar posicionado de tal modo que asegure la entrada y salida del mismo, durante la maniobra de ascenso y descenso.
- 6.- Esté conectada la máquina a la red eléctrica.
- 7.- Se inserta el conector del mando, lo que se puede comprobar accionando los pulsadores del mando y corroborando que funcionan.
- 8.- No existan objetos sobresalientes de la estructura u obstáculos que interfieran con el trayecto de la cabina.

Transcurrida una semana desde que se llevó a cabo el montaje de la plataforma de elevación y, posteriormente de forma mensual, debe procederse al control de:

- La integridad de los sistemas de seguridad, el freno de emergencia, los fines de carrera ascenso/descenso y la rejilla de seguridad.
- La integridad y eficacia de los anclajes.
- El reapriete de los tornillos con tuercas que unen los elementos verticales y los de los anclajes.

Por otro lado, también hay que mencionar las situaciones en la que está totalmente prohibido la utilización de la plataforma de elevación, que son las siguientes:

- 1.- Cuando esta no disponga de la revisión y el visto bueno de los técnicos de montaje.
- 2.- Para el transporte de materiales sobresalientes, material sin inmovilizar o materiales a granel.
- 3.- Para el transporte de animales.
- 4.- En condiciones de meteorología adversa: escasa visibilidad, velocidad del viento superior a 12.5 m/s, temperaturas especialmente bajas, presencia de hielo o temperaturas superiores a 50°C.
- 5.- En los siguientes casos:
 - a) Falta de instalación de los dispositivos de accionamiento de los fines de carrera.
 - b) Que no se haya hecho el mantenimiento periódico.

- c) Que el arriostre de la columna esté en situación precaria.
- d) Manipulaciones no autorizadas por el fabricante.
- e) Utilización de recambios no originales.
- f) Estar en ambientes explosivos.
- g) Inmersión en líquidos.
- h) Presencia de llamaradas.
- i) Condiciones de fuerte temporal y viento extremo.
- j) Otras condiciones de fuerza mayor.

11.2. Descenso manual de emergencia

La maniobra de descenso de emergencia es peligrosa por su propia naturaleza, por lo que:

- Debe efectuarse exclusivamente en situaciones de auténtica necesidad.
- Sólo debe efectuarse por personal adiestrado.

El descenso manual debe realizarse solamente si faltase la corriente de alimentación, y para poder efectuarlo debe hacerse de la siguiente manera:

- 1) Accionar la palanca de desbloqueo del freno del motor eléctrico como se indica en la imagen de más adelante. La maniobra debe efectuarse progresivamente hasta que la plataforma de elevación comience a descender de manera lenta y controlada. Cada dos minutos de descenso hay que detenerse cinco minutos para dejar enfriar el freno centrífugo.
- 2) Mantener constante la velocidad de descenso soltando gradualmente la palanca si la velocidad aumentara.
- 3) Si la velocidad de descenso superase la velocidad a la cual se ha tarado el sistema de apertura del freno, éste entraría en acción.
- 4) En el caso de bloqueo total, el descenso del personal sólo es posible utilizando el mástil como escalera o pasando al forjado del edificio. En este caso se deben utilizar los EPIs necesarios para tal operación.

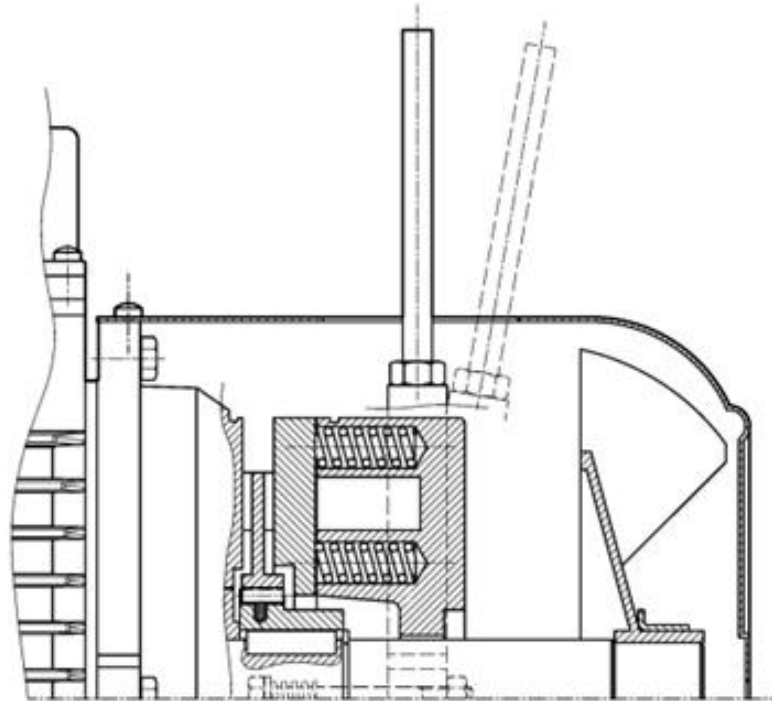


Imagen 39: Desbloqueo para descenso manual

11.3. Freno centrífugo de enclavamiento mecánico (paracaídas)

El grupo motor está provisto de un paracaídas que interviene, en sentido de bajada, cuando la plataforma de elevación supera la velocidad nominal, que solo ocurre en el caso de que se hayan roto los elementos de transmisión del motor. El funcionamiento del paracaídas es totalmente mecánico, por lo que no necesita de ninguna fuerza o señal externa para su funcionamiento. El frenado de la plataforma de elevación se lleva a cabo de manera progresiva.

La superación, en descenso, de la velocidad nominal, provoca la salida de la masa centrífuga (1). Esta masa se enganchará al tope de la brida de soporte (7), produciendo la parada de la brida portadora de la masa (6) y de la brida de cierre (4). Los ferodos (5), que están unidos con el eje (3) mediante un perfil acanalado, continúan girando hasta que la compresión entre la brida portadora de la masa y la brida de cierre, provocada por el muelle (2), hace que el eje, sobre el que está ensamblado el piñón (8) que engrana con la cremallera, quede bloqueado. El recorrido de la frenada está regulado por la compresión del muelle cónico (2). La fuerza que contrasta la salida de la masa a la velocidad nominal está generada mediante un tornillo.

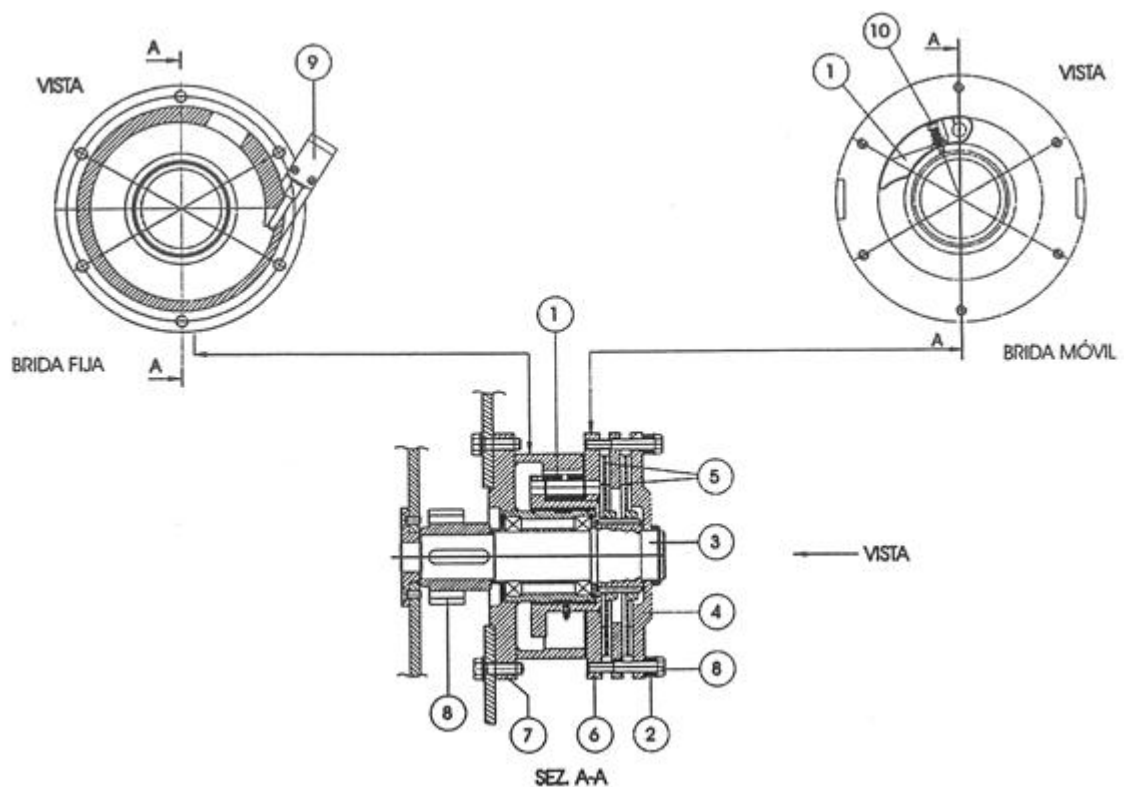


Imagen 40: Freno centrífugo de enclavamiento mecánico (paracaídas)

El paracaídas ha de fijarse sólidamente a la estructura de la plataforma, de manera que su piñón quede perfectamente centrado y engranado a la cremallera. Una vez que está montado el paracaídas, debe conectarse mediante los cables que se unen al conector del micro.

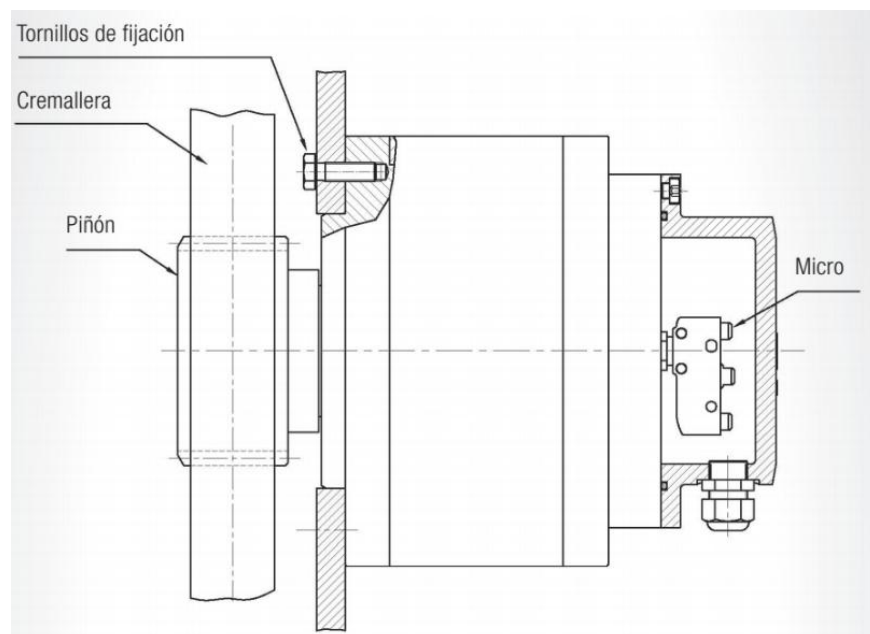


Imagen 41: Componentes principales del paracaídas

A la hora de producirse el descenso de la plataforma de elevación mediante el paracaídas, el sentido de giro del piñón sería el siguiente:

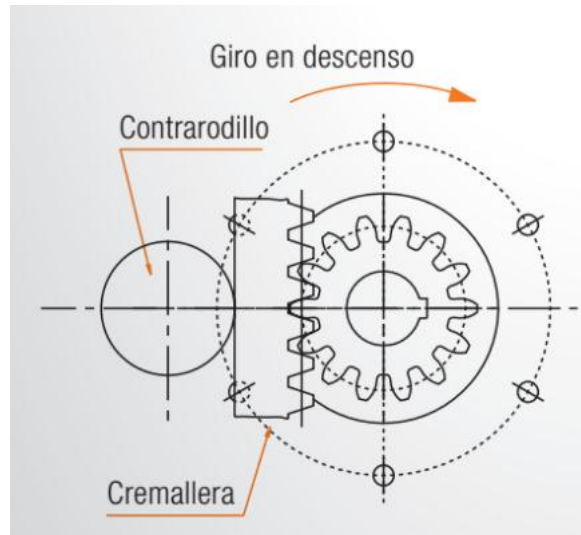


Imagen 42: Giro del piñón del paracaídas

El montaje del freno paracaídas, junto con el reductor y el freno de bloqueo, quedaría posicionado de la siguiente manera:

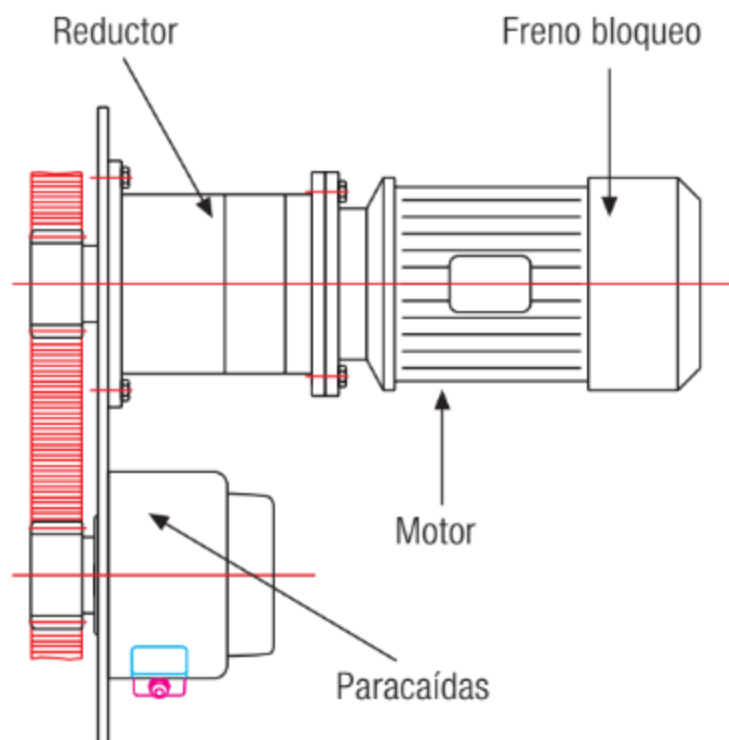


Imagen 43: Montaje del paracaídas

El rearme del freno paracaídas ha de realizarse:

- Después de haber localizado y eliminado la causa que ha hecho intervenir al freno.
- Si la plataforma de elevación está normalmente alimentada.

Para realizar el rearme del freno paracaídas se debe accionar la llave de la botonera de mando o la llave del cuadro eléctrico de potencia.

12.Mantenimiento

12.1. Información acerca de la seguridad

- Todas las operaciones de mantenimiento se realizarán con la plataforma de elevación situada en la posición más baja.
- No se debe permanecer jamás bajo la plataforma de elevación.
- Al efectuar operaciones de mantenimiento hay que prestar la máxima atención a los objetos dejados sobre la cesta y no sujetos adecuadamente.
- Las operaciones de mantenimiento deberán realizarse por personal oportunamente adiestrado, que tenga experiencia con este tipo de plataformas de elevación y que conozca los riesgos intrínsecos de tales plataformas de elevación.
- Es obligatorio retirar de servicio la plataforma de elevación en caso de estar averiada.
- Es obligatorio reparar cualquier avería o mal funcionamiento antes de trabajar con la plataforma de elevación.

12.2. Controles preliminares y periódicos

Para el funcionamiento perfecto de la plataforma de elevación y para una larga vida de la misma, es necesario realizar los controles periódicos, verificaciones y mantenimientos descritos a continuación:

- 1) Antes del comienzo del trabajo (diariamente si la plataforma de elevación es utilizada todos los días), controlar visualmente:
 - El estado de todos los cables de alimentación tendidos, interruptores fin de carrera, barandillas y anclajes del mástil.
 - La limpieza de la plataforma de elevación de cualquier material de construcción, restos de obra...

- El buen estado de los estabilizadores y cada zapata u otro apoyo del suelo.
- Que los materiales u otros objetos no sobresalgan de la cesta.
- Las condiciones, configuración y cargas según la placa de características.

2) Mensualmente (y antes de cada montaje):

- Efectuar ante todo los controles establecidos en el punto 1.
- Engrasar la cremallera y los piñones y, previamente, si están sucios por presencia de arena u otras impurezas, limpiarlos.
- Engrasar los pernos de nivelación, brazos estabilizadores y tornillos de unión de los tramos verticales y comprobar su apriete.
- Limpiar el grupo motor, eliminando las posibles incrustaciones en las aletas de ventilación de las carcasas del motor eléctrico y mantener libre los pasos de aire a los ventiladores.
- Controlar visualmente el estado de desgaste de las guías, rodillos guía y su juego.
- Comprobar el funcionamiento correcto de todos los fines de carrera.
- Comprobar manualmente que el motor es capaz de soportar la plataforma de elevación cargada. Para ello, se debe cargar la plataforma de elevación con 1000 kg y se acciona la palanca de desbloqueo del freno motor, con lo que se comprueba que la plataforma de transporte no se mueva.

3) Anualmente y por técnicos cualificados:

- Efectuar ante todo los controles previstos en el punto 2.
- Efectuar un cuidadoso control visual del estado de las partes pintadas, partes cincadas, soldaduras y comprobar si existen señales de comienzo de oxidaciones.
- Controlar la fijación de los piñones y rodillos guía, y reapretar si es necesario.
- Comprobar el nivel de aceite del motorreductor de elevación y rellenar si fuera necesario.
- Controlar el grupo autofrenante.

4) Cada dos años y por técnicos cualificados:

- Efectuar ante todo los controles previstos en el punto 3.

- Sustituir el aceite del reductor de elevación con el tipo de aceite adecuado.

5) Durante el almacenamiento:

- Realizar una inspección cuidadosa y completa de la plataforma de elevación.
- Controlar el estado de todas las partes importantes para la seguridad.
- Limpiar y engrasar piñones y cremalleras.
- Comprobar el estado de cada tramo vertical, sobretodo de las zonas de unión y de sus correspondientes tornillos.
- Comprobar si existe corrosión en los tornillos que fijan los primeros elementos verticales a sus respectivas bases y, en caso afirmativo, sustituir los tornillos.
- Almacenar la plataforma de elevación, si fuese posible, bajo cubierta. Si no fuese posible, proteger al menos el grupo motor y las partes eléctricas con tela impermeable.

12.3. Mantenimiento del grupo autofrenante

El grupo autofrenante está compuesto por varios componentes, como se puede observar en la siguiente imagen:

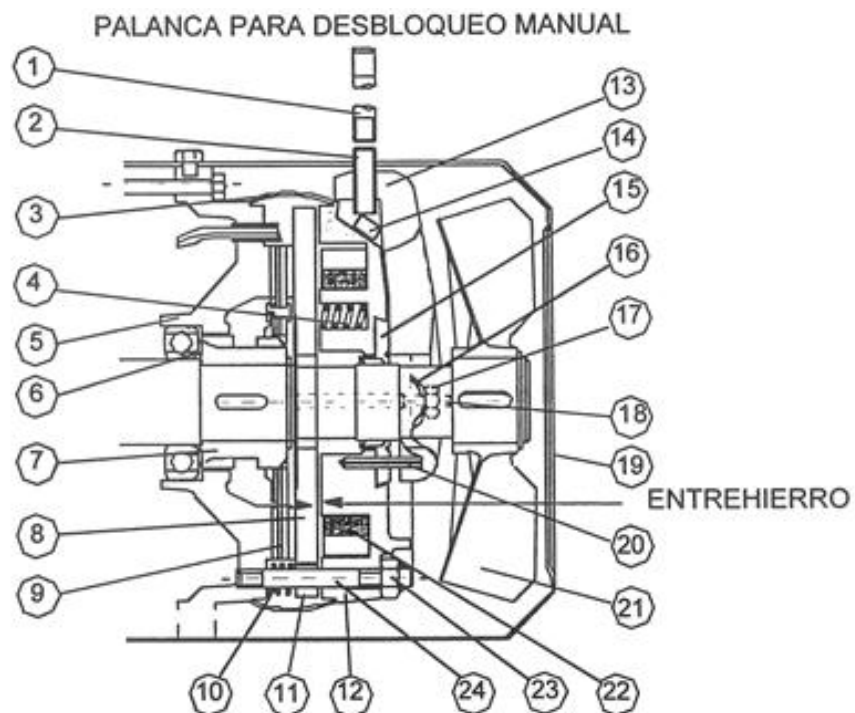


Imagen 44: Componentes del grupo autofrenante

Elemento	Descripción
1	Palanca manual
2	Tornillo sin cabeza
3	Faja de protección
4	Muelle freno
5	Carcasa freno
6	Anillo elástico
7	Cubo de arrastre
8	Plato de presión
9	Disco freno completo
10	Muelle/casquillo de contraste
11	Anillo de presión
12	Electromagneto
13	Palanca de desbloqueo
14	Rodillo cilíndrico
15	Anillo de estanqueidad
16	Muelle cónico
17	Tuerca hexagonal
18	Tornillo prisionero
19	Carcasa
20	Pasador elástico
21	Ventilador
22	Bobina freno
23	Tuerca hexagonal
24	Tornillo de fijación

Tabla 19: Componentes del grupo autofrenante

12.3.1. Control, regulación y sustitución del freno

Cuando, por efecto del desgaste, el disco freno (9) queda reducido a un espesor mínimo de 9 mm, es necesario sustituirlo.

Si el entrehierro, es decir, la separación entre el electromagneto y el plato de presión resultase inferior al valor mínimo (valores admisibles: mínimo 0.25 mm – máximo 0.6 mm) y en caso de sustitución del disco freno, es necesario regular el freno según el siguiente procedimiento:

- 1) Desmontar la carcasa (19), quitar la faja de protección (3) y eliminar el polvo depositado.
- 2) Atornillar las tuercas hexagonales (23) para restablecer uniformemente, entre el electromagneto (12) y el plato de compresión (8), el entrehierro mínimo indicado. Es necesario controlar la uniformidad del entrehierro mediante una galga cerca de los tornillos de fijación (24). Después se coloca en su sitio la faja metálica de protección (3) y se monta la carcasa (19).

12.3.2. Mantenimiento

Para el mantenimiento del grupo autofrenante, es suficiente con mantener limpios los pasos de aire de ventilación y controlar los cojinetes. En caso de tener que sustituir los cojinetes, se utilizará solamente grasa resistente a las altas temperaturas.

12.4. Reductor de velocidad

El mantenimiento del reductor de velocidad se basa en controlar las indicaciones que se detallan a continuación:

- Después de la primera puesta en funcionamiento, el primer cambio de aceite se debe hacer a las 10000 horas de funcionamiento aproximadamente o a los dos años, lo que antes ocurra. Los sucesivos cambios de aceite deben hacerse respetando siempre dichas frecuencias.
- Hay que controlar el nivel de aceite en el interior del reductor como mínimo una vez al mes, asegurando de esta forma las condiciones normales de funcionamiento de este componente.
- Debe limpiarse al menos una vez cada tres meses el tapón purgador para asegurarse así su perfecto funcionamiento.

13. Simulación de la base de la plataforma de elevación

En este apartado se va a llevar a cabo la simulación de la base de la plataforma de elevación, mediante el software *SolidWorks* en su complemento *Simulation*.

El tipo de análisis a realizar va a ser estático, aplicando una carga genérica que va a ser la gravedad, con el fin de poder ver su comportamiento ante dicha carga.

El diseño de la base se ha simplificado al máximo con el fin de facilitar los cálculos al software, ya que sino el cálculo le resulta bastante complejo y no lo realiza al completo.

13.1. Método de cálculo

A través del software *SolidWorks* se ha seguido la siguiente secuencia de pasos para llegar a los resultados finales:

- 1) Una vez importada la geometría de la base simplificada, se ha definido su material, que en este caso será acero estructural S275 JO, cuyas propiedades se detallan en el siguiente apartado.
- 2) Ahora se designan las distintas sujeciones de la base, que en este caso serán empotramientos en la parte que va pegada al suelo, llamada “geometría fija” en el *SolidWorks*.
- 3) Se definen los contactos entre los componentes de la base, que serán de tipo unión rígida ya que se encuentran soldados.
- 4) Una vez designados los contactos, pasamos a definir las cargas a las que se encuentra sometida la base. En este caso estará sometida únicamente a la gravedad, que se aplica de forma perpendicular a la planta de la base y hacia abajo.
- 5) Ahora pasamos a realizar el mallado de la base, necesario para poder llegar a los resultados finales.
- 6) Finalmente, se ejecuta el estudio y este nos proporciona los resultados acerca de las deformaciones y tensiones sufridas por la base.

13.2. Propiedades del material de la base

La base de la plataforma de elevación, como se ha mencionado anteriormente, está realizada mediante el acero S275 JO, cuyas propiedades principales están indicadas en la siguiente tabla:

Módulo elástico (E)	210 GPa
Coefficiente de Poisson (ν)	0.28
Densidad de masa (ρ)	7800 kg/m ³
Límite elástico (σ_e)	275 MPa

Tabla 20: Propiedades del acero S275 JO

13.3. Cargas, conexiones y sujeciones

La carga a la que se encuentra sometida la base de la plataforma de elevación tiene un valor de 9.81 m/s^2 , y se encuentra aplicada de forma vertical y hacia abajo, como se puede apreciar en la siguiente imagen:

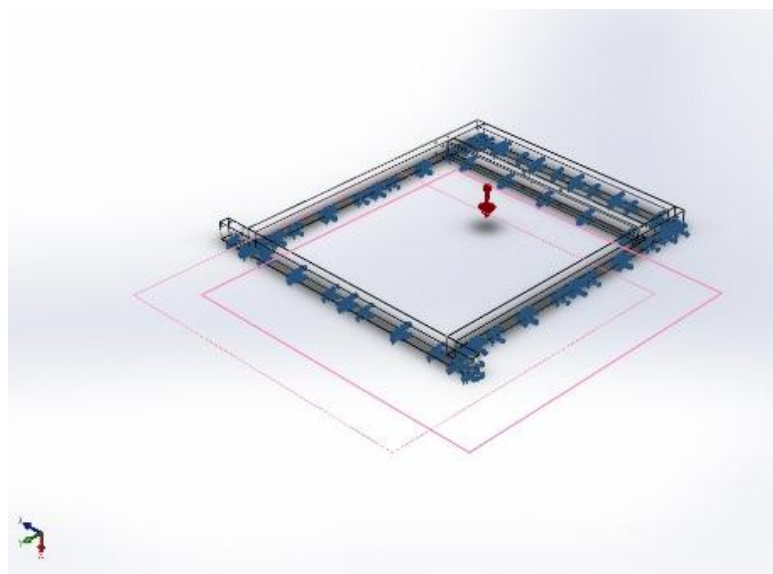


Imagen 45: Carga de gravedad

En cuanto a las conexiones a las que se encuentran sometidas los distintos tubos que forman la base, son uniones rígidas, ya que en la realidad estas se encuentran soldadas entre sí.

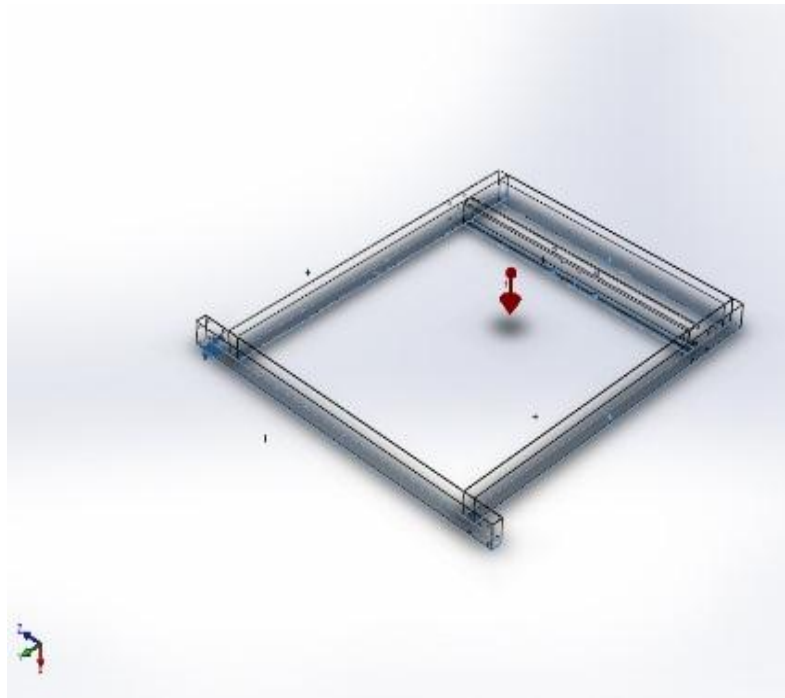


Imagen 46: Conexiones de la base

Las sujeciones de la base son del tipo “Geometría fija”, ya que se les aplica a las partes que van apoyadas en el suelo y no pueden realizar ningún movimiento.

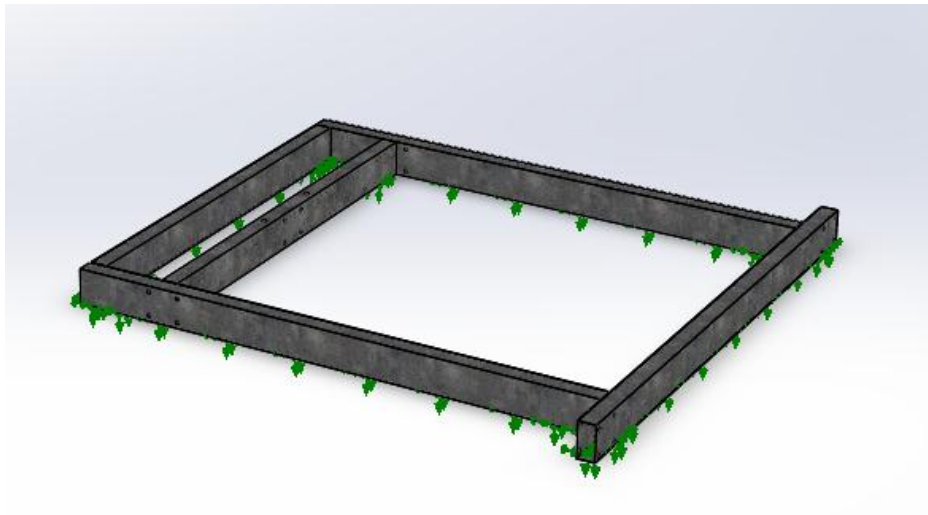


Imagen 47: Sujeciones de la base

Al aplicar estas sujeciones a la base, en la misma aparecen unas fuerzas resultantes proporcionadas por el software, que son las siguientes:

Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción (N)	-544.379	-0.148767	-0.153361	544.379

Tabla 21: Fuerzas resultantes

13.4. Información de la malla

En este apartado se detallan todos los componentes acerca del mallado que se ha llevado a cabo en la base.

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado	Malla basada en curvatura
Puntos jacobianos	4 puntos
Tamaño máximo de elemento	92.9978 mm
Tamaño mínimo del elemento	18.5996 mm
Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden
Número total de nodos	20528
Número total de elementos	9860
Cociente máximo de aspecto	460.71
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	7.6
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	58.7
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0

Tabla 22: Información de la malla

En la siguiente imagen se puede apreciar el diseño final del mallado sobre la base de la plataforma de elevación:

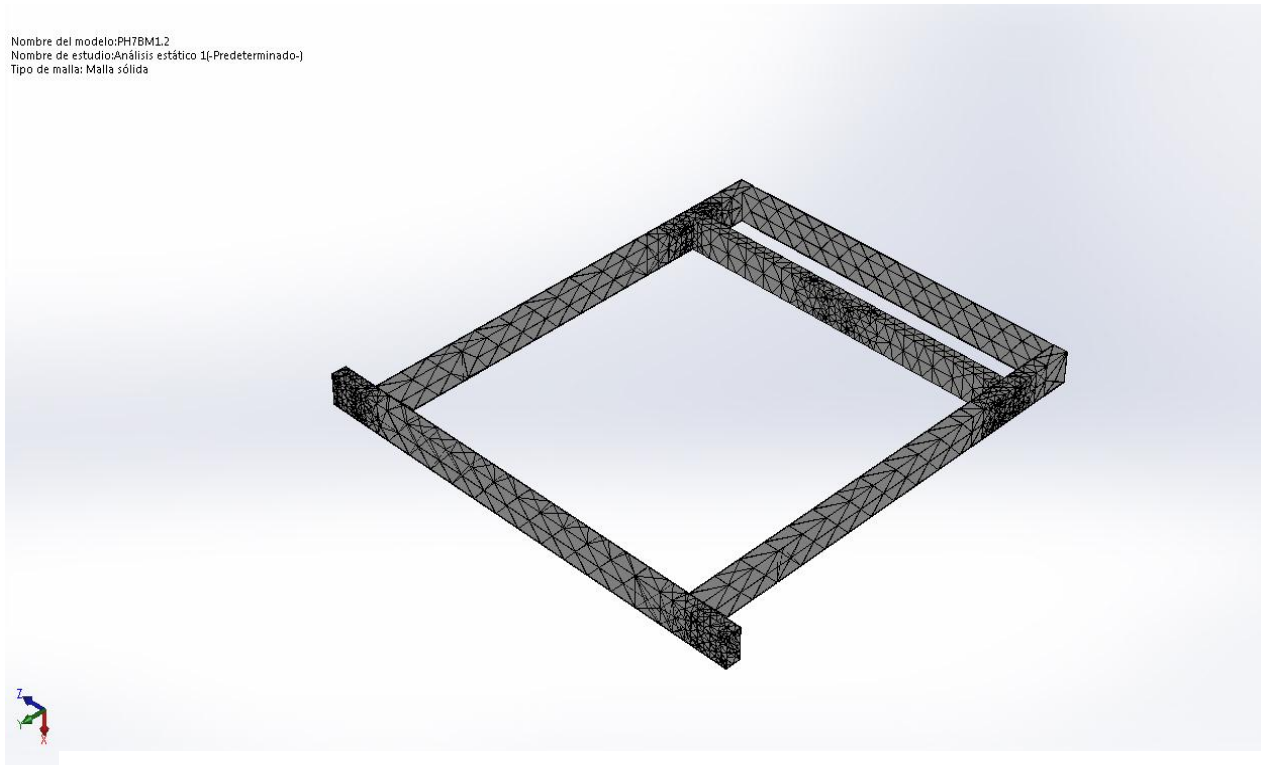


Imagen 48: Mallado de la base

13.5. Resultados del estudio

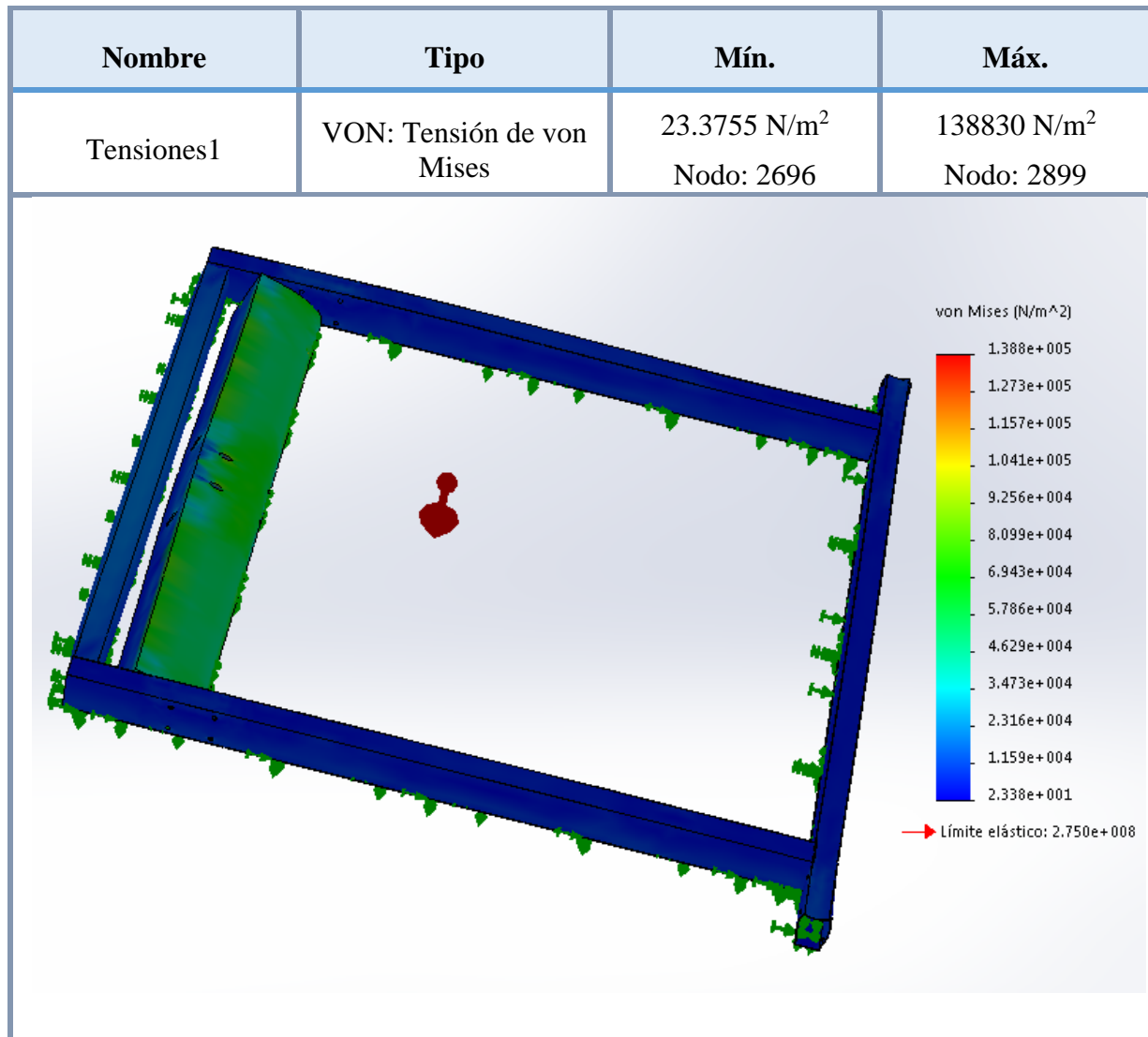


Tabla 23: Tensión de Von-Mises

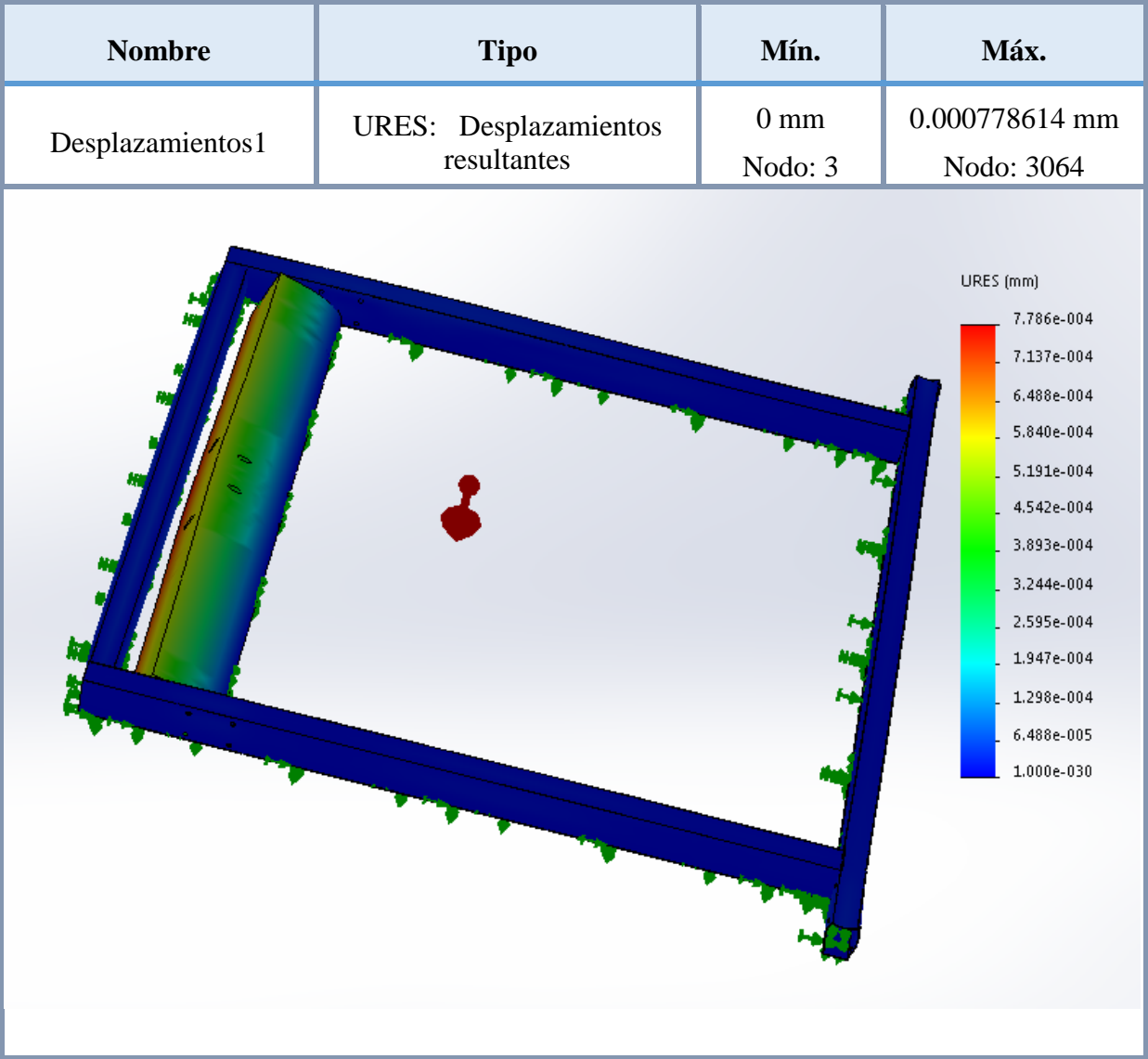


Tabla 24: Desplazamientos resultantes

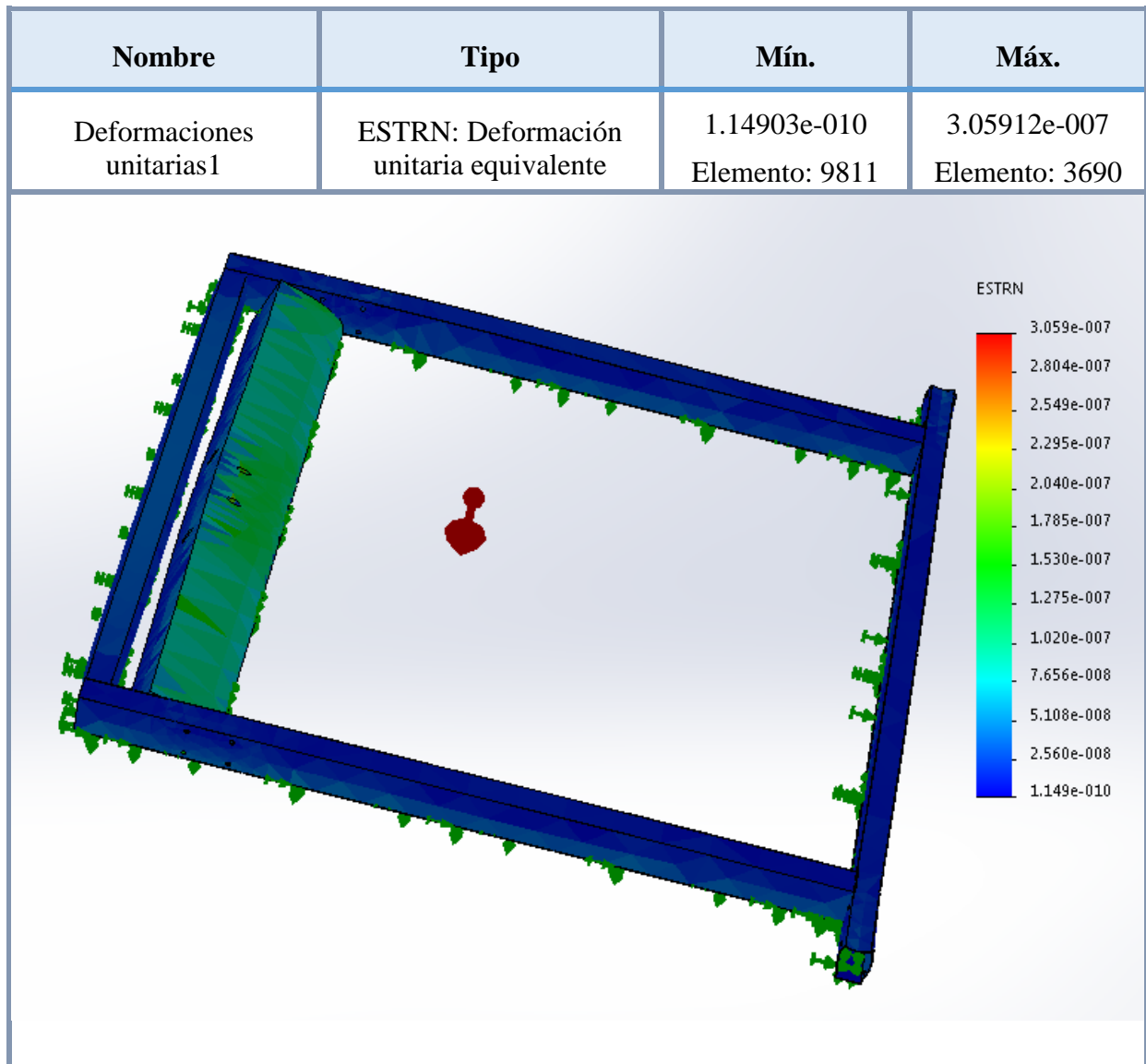


Tabla 25: Deformación unitaria equivalente

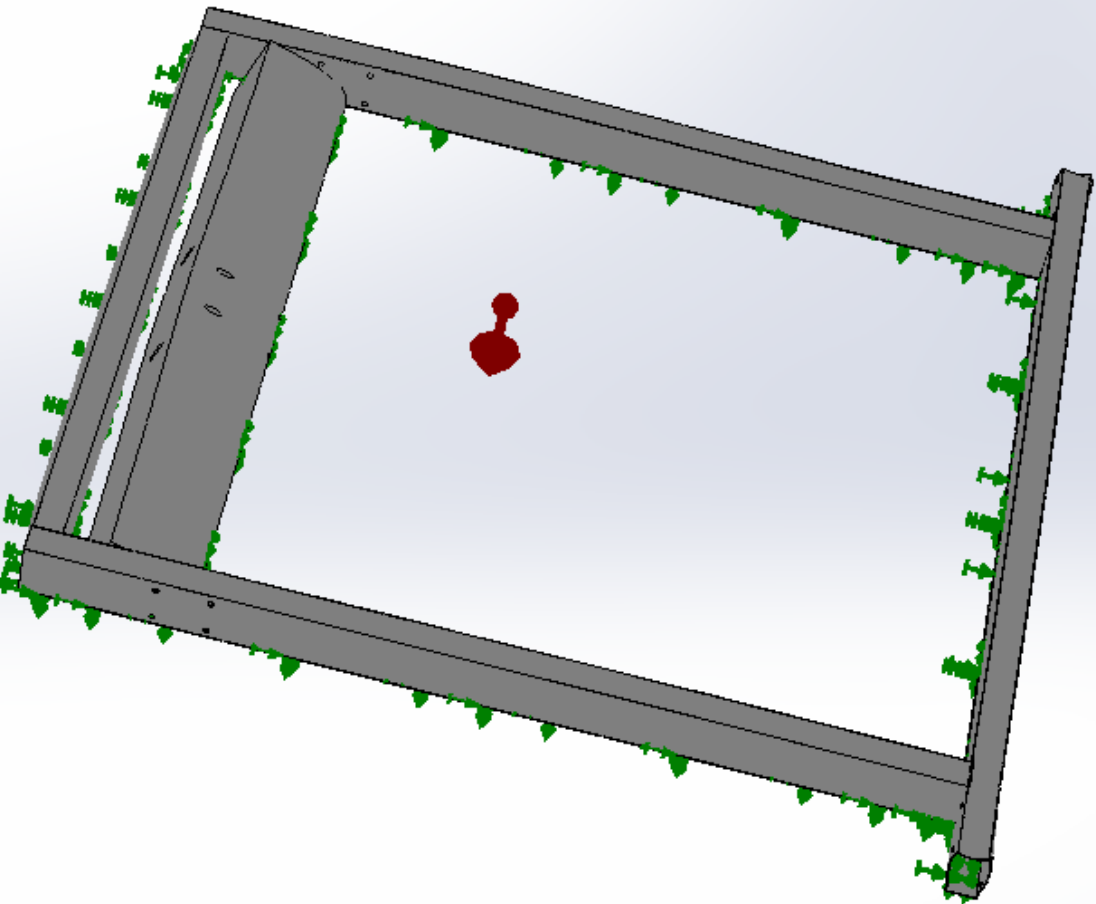
Nombre	Tipo
Desplazamientos1 {1}	Deformada
	

Tabla 26: Deformada

13.6. Conclusión sobre los resultados obtenidos

En vista de los resultados obtenidos, se puede ver que la base de la plataforma de elevación soporta a la perfección la carga a la que se la ha sometido, siendo en este caso la gravedad, a excepción del tubo central que experimenta unas deformaciones y tensiones superiores al resto.

Una medida a tomar para solucionar dicho problema con el tubo central, sería incrementar la sección del mismo o poner un tubo con las mismas dimensiones que el resto en vez de una sección en C.

14. Presupuesto

En este apartado se detalla el precio de venta de este modelo de plataforma de elevación, el cual se ajusta al precio de este tipo de máquinas en el mercado actual.

Componentes	Subcomponentes	Precio
Cesta	<ul style="list-style-type: none"> • Puerta • Trampilla baja • Trampilla alta • Tablero fenólico antideslizante • Plataforma abatible • Tejado • Rejilla de protección de mástil 	3000
Base	<ul style="list-style-type: none"> • Estabilizadores • Tacos de goma • Estructura 	1500
Tramos verticales	<ul style="list-style-type: none"> • Mástiles • Arriostres • Anclajes 	1500

Grupo motor	<ul style="list-style-type: none"> • Motorreductor • Paracaídas • Chapa motor • Rodillos 	3500
Sistema eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> • Cables • Paneles eléctricos • Cubo recoge cable • Mando de control remoto 	3000
Recinto base	<ul style="list-style-type: none"> • Barandillas • Puerta de acceso 	2000
PRECIO TOTAL		14500 €

Tabla 27: Presupuesto de la plataforma de elevación

15. Conclusiones

Con el diseño y la fabricación de esta plataforma de elevación, se pueden sacar una serie de conclusiones que son las siguientes:

- La instalación de una plataforma de elevación de este tipo resulta bastante sencilla siguiendo las instrucciones dadas.
- El uso de este tipo de plataforma de elevación aporta una mayor seguridad a los operarios, en comparación con los típicos andamios presentes en las distintas obras. La plataforma de elevación presenta numerosos mecanismos de seguridad que hacen que disminuya el riesgo de accidente para los operarios de la obra.
- El consumo energético de la plataforma de elevación es mínimo, ya que está desarrollado de una forma sostenible y eficiente, de acuerdo a las normas de consumo energético para este tipo de elevadores.
- Antes de su uso, se requiere que los operarios tengan cierta formación acerca de este tipo de plataformas para evitar así posibles riesgos.
- Este tipo de plataformas de elevación representan un gran avance para el mundo obrero, ya que los andamios irán pasando a un segundo plano para dar paso a estas plataformas.

- La mayor parte de los componentes de la plataforma de elevación se diseñan y construyen dentro de la empresa, lo que supone un gran ahorro para el empresario.
- A la hora de diseñar este tipo de plataformas de elevación, es necesario recurrir a las distintas normas sobre estas máquinas para cumplir todos los requisitos que regulen su puesta en uso.
- El precio de la plataforma de elevación se ajusta al mercado de este tipo de máquinas, siendo bastante apetecible para empresas que trabajen en el mundo de las obras.
- La plataforma de elevación requiere un mantenimiento cada cierto tiempo para asegurarse de un perfecto funcionamiento de la misma durante todo el tiempo en la que permanezca en uso.

16. Bibliografía

- Norma UNE-EN 1495 de enero de 2010: Plataformas elevadoras. Plataformas de trabajo sobre mástil.
- Norma UNE-EN 12158-1 de diciembre de 2010: Elevadores de obras de construcción para cargas. Parte 1: Elevadores con plataformas accesibles.
- Norma UNE-EN 12158-2 de diciembre del 2010: Elevadores de obras de construcción para cargas. Parte 2: Elevadores inclinados con dispositivos no accesibles para el transporte de cargas.
- Norma UNE-EN ISO 13857 de noviembre de 2008: Seguridad de las máquinas. Distancias de seguridad para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros superiores e inferiores.
- Norma UNE-EN 12159 de marzo de 2013: Elevadores de obras de construcción para pasajeros y carga con caja guiada verticalmente.
- Manual de uso y mantenimiento. Plataforma de transporte para la elevación de carga y personal en obra. Autor: Saeclimber.
- Directiva 98/37/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 22 junio de 1998 relativa a la aproximación de legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas.
- Fabricante internacional de elevadores de obra accionados mediante los sistemas de piñón-cremallera:

<http://www.saeclimber.com/es/>

- Historia y origen de los ascensores:
<http://blog.gmveurolift.es/el-origen-de-los-ascensores-%E2%80%99Cun-invento-que-logro-ciudades-verticales%E2%80%99D/>
- Guía para la elección del paracaídas:
<http://www.eide.net/productos/freno-de-seguridad-paracaidas-fpc/>
- Guía para la elección del motorreductor:
<https://www.sew-eurodrive.es/inicio.html>
- Guía para el usuario del software *SolidWorks*.

17. Anexo de planos

En este anexo se han incluido planos que contienen las dimensiones generales de los componentes principales de la plataforma de elevación.

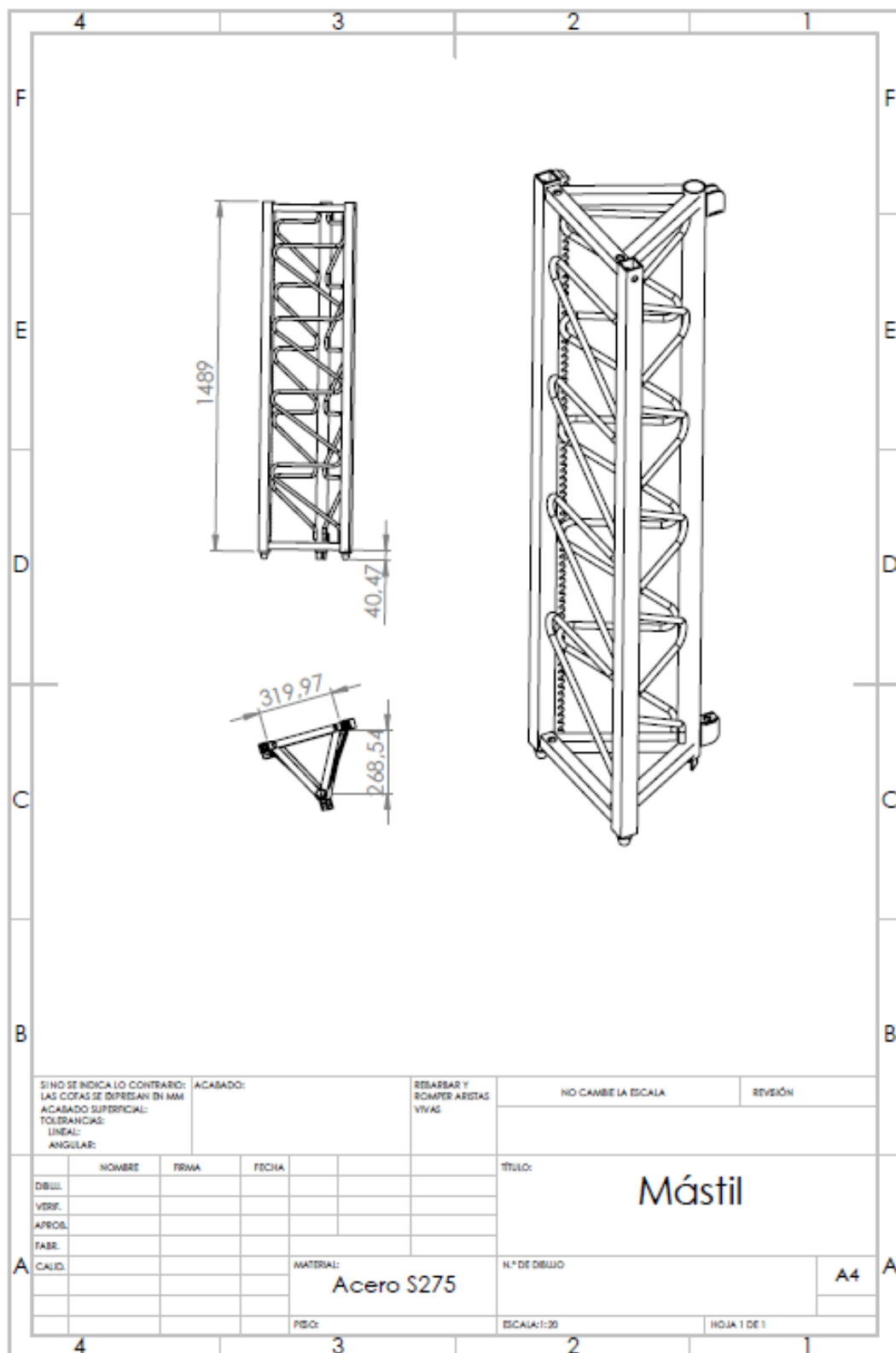


Imagen 49: Plano del mástil

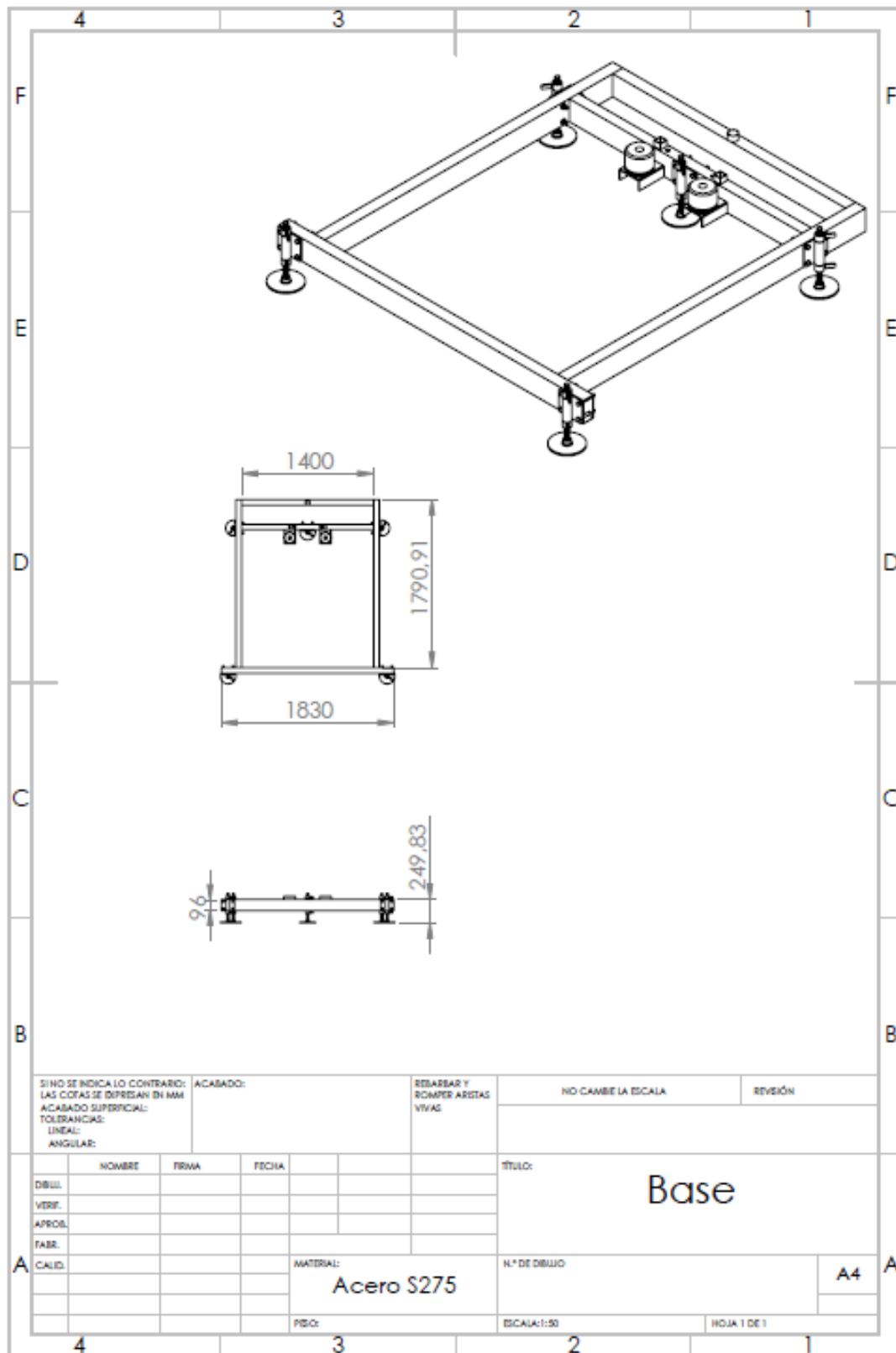


Imagen 50: Plano de la base

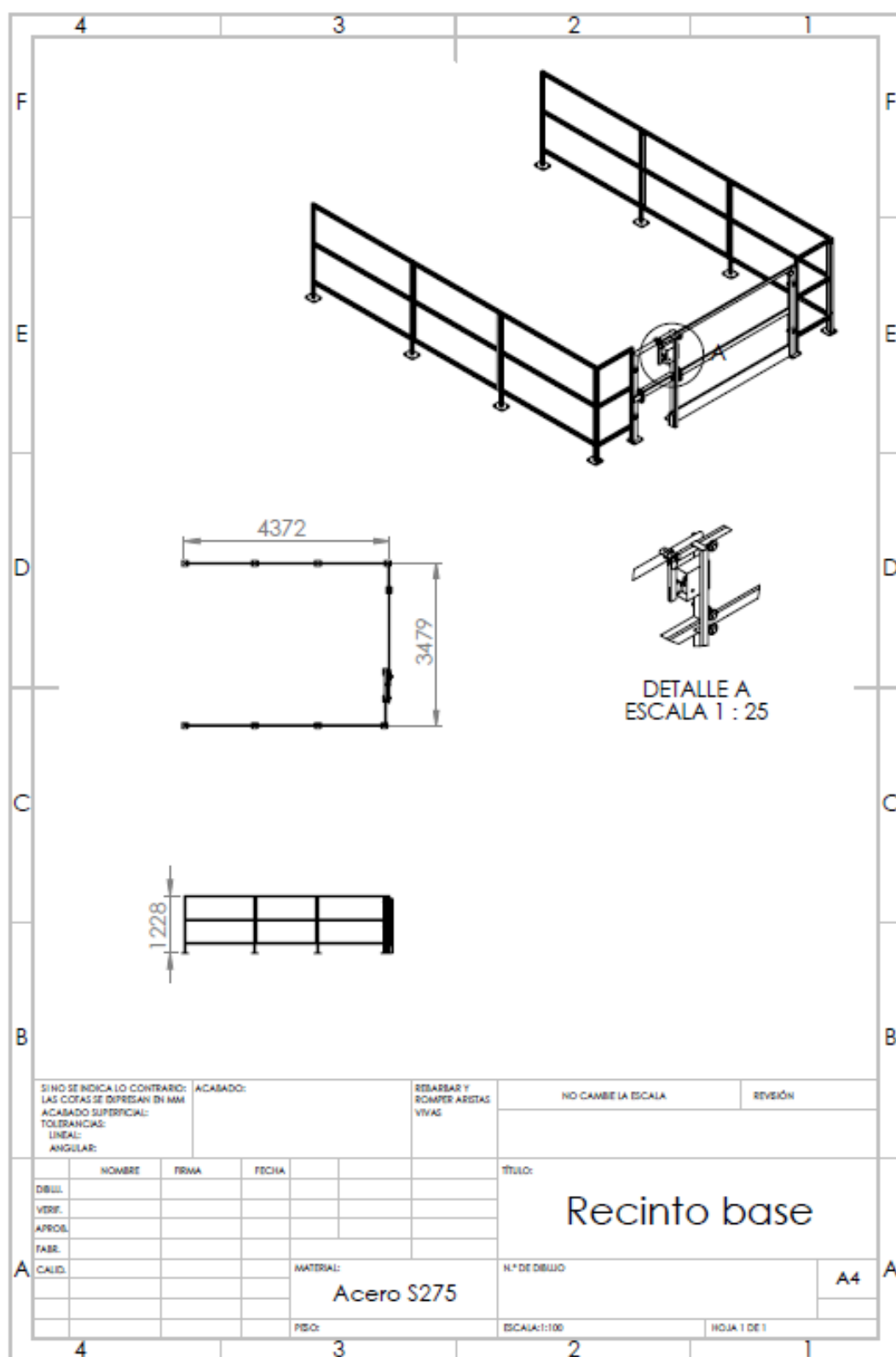


Imagen 51: Plano del recinto base

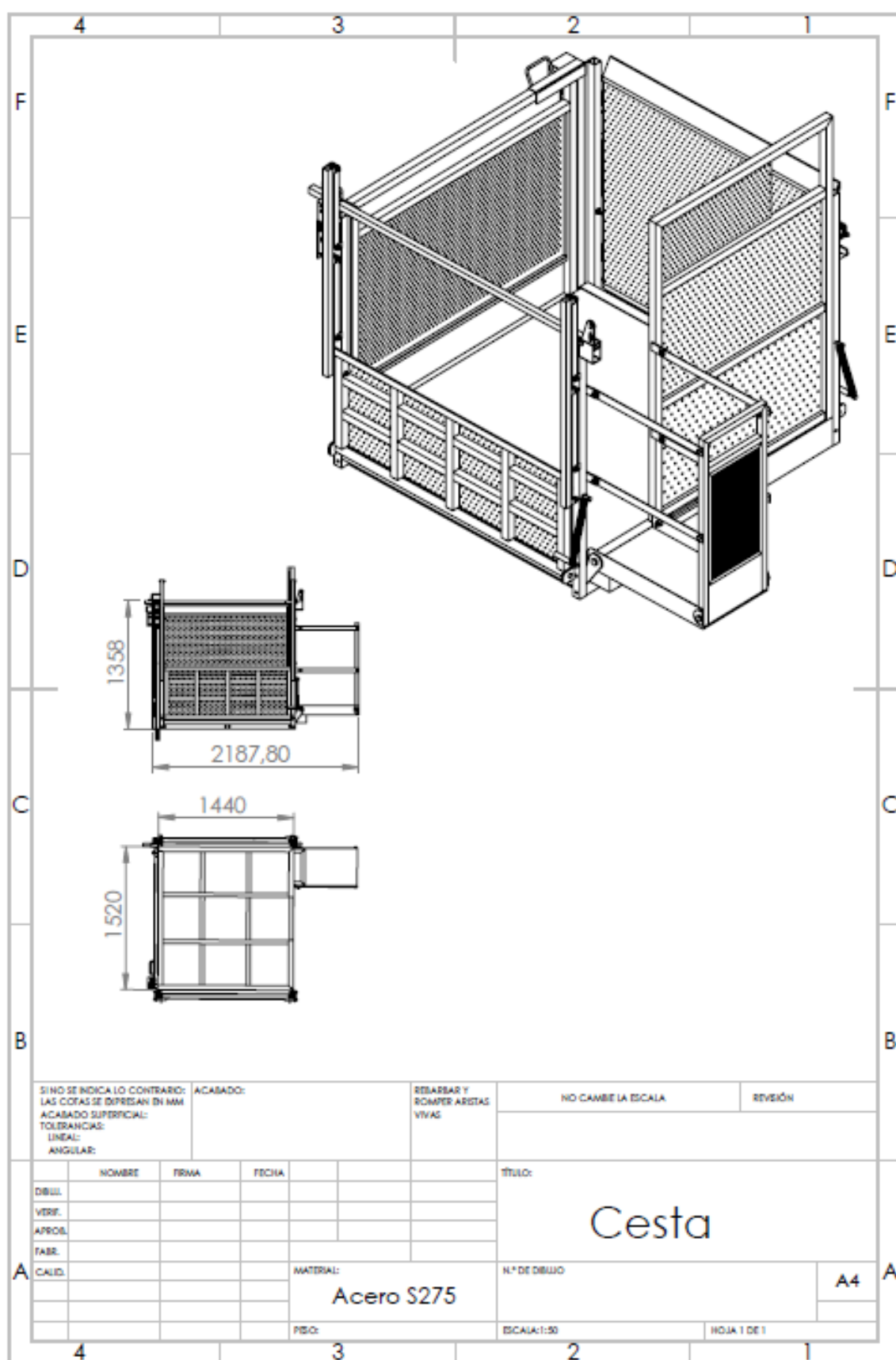


Imagen 52: Plano de la cesta

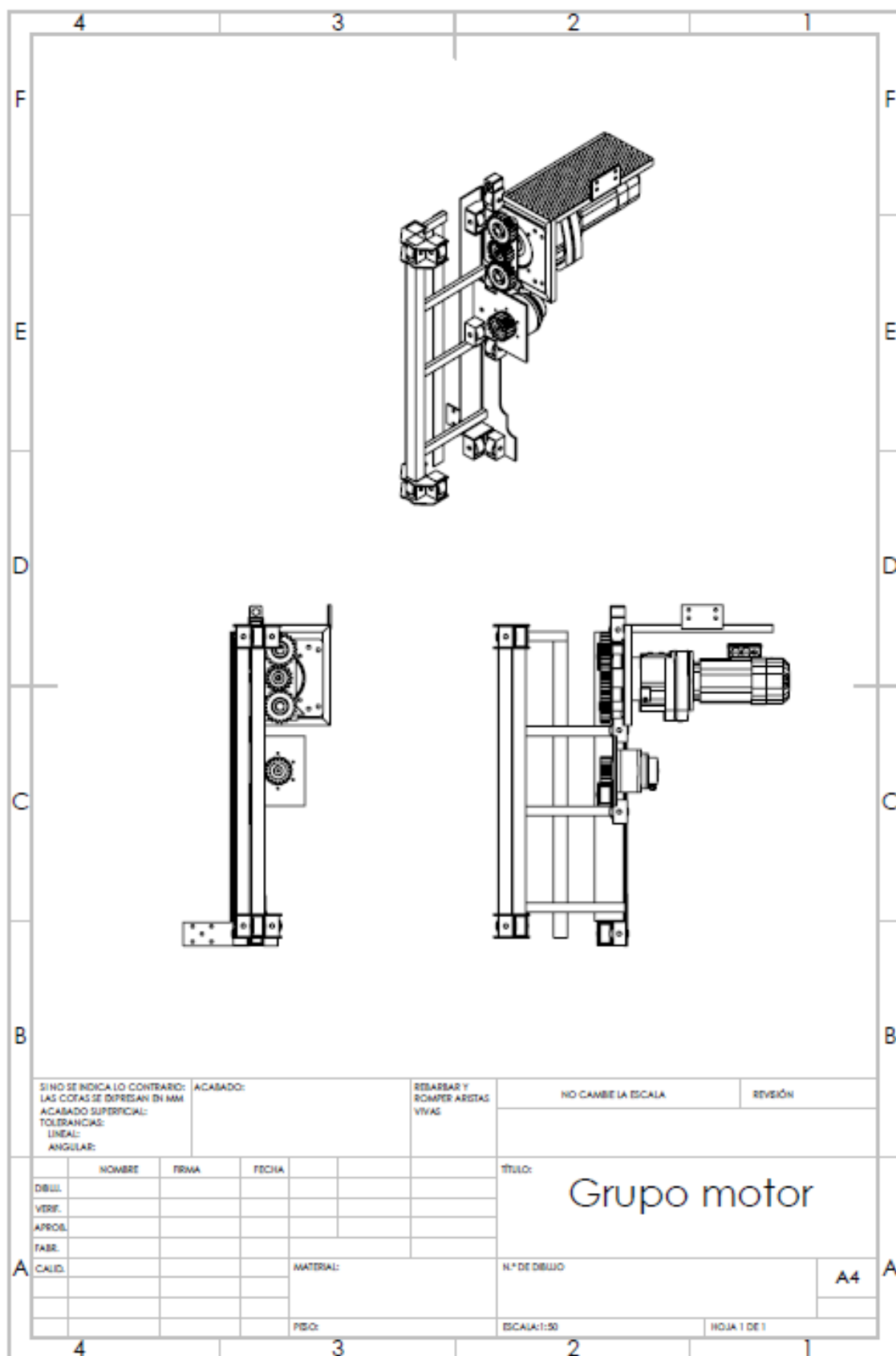


Imagen 53: Plano del grupo motor